

**GROUPE INTERDISCIPLINAIRE DE RÉFLEXION
SUR LES TRAVERSÉES SUD-ALPINES
ET L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE MARALPIN**

*Association Loi de 1901 enregistrée au J.O. du 13 mars 1996
Membre de la Commission Internationale pour la Protection des Alpes (CIPRA)*

*SECRETARIAT : Jacques Molinari 49 avenue Cernuschi - F - 06500 MENTON
Tél/Fax : 33- (0)4 93 35 35 17 - Messagerie électronique : gir.maralpin@wanadoo.fr*

**TRANSPORT COMBINÉ
ET INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES**

COMPLÉMENTS 1

TERMINOLOGIE - CHARGEMENTS - GABARITS - INSTITUTIONS

Jacques Molinari
Ingénieur honoraire du C.E.A.

Avril 1999

AVERTISSEMENT

Le présent dossier constitue un premier complément à une publication de 1997 portant le titre "*Transport combiné et infrastructures ferroviaires - La problématique française - Perspectives et stratégies*" [MOLINARI (1997)], rédigée dans l'urgence en mai 1997. L'évolution de la conjoncture comme la nécessité d'affiner l'analyse pour les besoins d'études spécifiques (essentiellement la valorisation des traversées ferroviaires franco-italiennes existantes), rendaient indispensables un réexamen et un approfondissement du contenu de la publication.

L'ampleur de la tâche et les contraintes calendaires ont contraint à échelonner ce travail et à ne traiter dans un premier temps que les points jugés prioritaires du point de vue des autres études en cours.

C'est ainsi qu'a été pris le parti de présenter, sous le titre "*Compléments I*", une série de notes portant notamment sur la terminologie du transport intermodal, les caractéristiques des chargements, la problématique dimensionnelle du transport combiné rail-route, ainsi que quelques mises à jour et compléments d'information sur la coopération internationale.

Ces notes, qui dans un souci de cohérence, reprennent en les réactualisant, certains des éléments du document initial (que l'on conviendra de désigner par Cahier 1A et auquel on sera conduit à se référer sous le code C1A), sont regroupées sous la forme de trois sections :

- Section A "Rappels sur l'intermodalité et le transport combiné rail-route"
- Section B "Infrastructures ferroviaires et feroutage"
- Section C "Coordination et coopération européennes en matière de transport combiné"

qui peuvent être parcourues ou exploitées séparément.

Fussent-elles pour la plupart à jour à la date de rédaction de ce cahier (avril 1999), ces analyses appellent des compléments d'information dont certains sont en cours d'instruction. Afin d'en permettre l'examen critique et des révisions éventuelles, un grand soin a été attaché à mentionner avec précision chacune des sources, qu'elles relèvent de publications, de "littérature grise", de courriers, ou de simples entretiens.

Les références correspondantes, toutes inventoriées en fin de chacune des sections de ce document, devraient grandement faciliter les indispensables compléments, révisions, mises à jour, sinon refontes, de chacune des sections de ce document provisoire.

REMARQUES SUR LA PRÉSENTATION DES RÉFÉRENCES

Le mode d'identification retenu est du type "Harvard", avec quelques nuances toutefois, du fait de notre choix d'un classement catégoriel de ces références, par nature et par sources.

Pour éclairer le lecteur sur l'intérêt ou l'importance de certaines des références citées, quelques unes d'entre elles ont été assorties d'un bref commentaire. Ces annotations s'identifient par leur *graphie italique*.

Identifications catégorielles

Tandis que, pour les publications traditionnelles (et, dans le cas présent, pour les articles de bulletins et de revues), la notation est constituée, en premier lieu des noms d'auteurs, et, en second lieu, du millésime de publication (par exemple [DEGENEVE (1994)]), dans le cas des ouvrages collectifs, les noms des auteurs cèdent quelquefois leur rang aux acronymes des organismes auxquels ils ressortissent.

Références émanant d'organisations officielles ou d'organismes reconnus

Pour toute référence bénéficiant d'un tel label, ce dernier figure en tête de notation.

Ce label prend la forme, soit du code à deux lettres du pays (FR, CH, IT, etc.), soit de l'acronyme de l'organisme (SNCF, etc.).

Signalement d'autres sources

Les références à des entretiens ou à des correspondances, incontournables dans ce type de dossier, ont fait l'objet d'une notation distincte ; le nom et le prénom de l'interlocuteur, ainsi que la date de l'entretien ou du courrier y figurant in extenso (par exemple [MENNESSIER Alain (21.04.97)]).

Références au premier volet de l'étude

Elles sont précédées du code C1A [cf. *Avertissement* ci-supra]

REMERCIEMENTS

Que toutes les Autorités et tous les experts qui ont bien voulu aider au recueil, à la compréhension, ainsi qu'à l'attestation des nombreuses informations et données techniques ici rassemblées, soient remerciés, et tout particulièrement

- Monsieur Hervé ARKI, Chef du Bureau Actions intermodales et transport combiné, Direction des Transports terrestres, Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement ;
- Monsieur Jacques DEMOULIN, Chef du Service du Développement du réseau de Réseau Ferré de France (RFF) ;
- Madame Marie-Sophie FOUVEZ, Administrateur principal, Conférence européenne des ministres des transports (CEMT) ;
- Ingénierie Stefano GUIDI, Gestione Commesse Carozze e Carri, ASA Materiale rotabile e Trazione, FS ;
- Monsieur Martin MAGOLD, Secrétaire du Groupe de travail sur le transport combiné, Division du Transport, Commission Economique pour l'Europe, Nations Unies, Genève ;
- Monsieur Philippe MARTIN, Délégué aux projets alpins de Réseau ferré de France (RFF) ;
- Monsieur Alain MENESSION, Département VP (VPN1), Direction de l'Équipement de de l'Aménagement, Direction de l'Ingénierie, SNCF ;
- Monsieur Jacques TRENAUX, Division des Tunnels du patrimoine, Département des Ouvrages d'art du patrimoine, Direction de l'Ingénierie, SNCF ;
- Madame Laura VENTURA, Transport combiné, Département Fret, Union internationale des chemins de fer (UIC).

TABLE DES MATIÈRES

A - RAPPELS SUR L'INTERMODALITÉ ET LE TRANSPORT COMBINÉ RAIL-ROUTE

1. DÉFINITIONS

1.1. Des ambiguïtés à lever

1.2. Une terminologie naissante

Intermodalité - Transport multimodal et intermodal - Transport combiné - Unité de transport intermodal - Transport (mode actif)/(mode passif) - Transport accompagné (mode actif)/route - Transport non accompagné (mode actif)/route

2. CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES DES CHARGEMENTS

2.1. Les différentes catégories d'unités de transport intermodal

- (a) Conteneurs
- (b) Caisses mobiles
- (c) Semi-remorques

2.2. Les véhicules routiers et leur évolution

- a) Caractéristiques dimensionnelles maximales
- (b) Caractéristiques dimensionnelles courantes et aptitude au ferroutage

3. LES TECHNIQUES DU FERROUTAGE (Rappels)

3.1. L'acheminement de conteneurs

3.2. Le transport non accompagné (caisses mobiles, semi-remorques et bi-modal)

- (a) Caisses mobiles
- (b) Semi-remorques
- (c) La "technologie bi-modale"

3.3. Le transport accompagné

- (a) La "route roulante"
- (b) L' "autoroute ferroviaire"

RÉFÉRENCES

PLANCHES

Planche A1 - "Survey on vehicle regulations in European Union member countries"

Planche A2 - "Survey on vehicle regulations in non European Union member countries"

B - INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES ET FERROUTAGE

1. TRANSPORTS FERROVIAIRES ET CONTRAINTES DE CHARGEMENT

1.1. Paramètres d'encombrement à prendre en compte pour la circulation de véhicules ferroviaires

- (a) Gabarits de chargement
- (b) Gabarits d'obstacles

1.2. Inscription des véhicules et implantation des voies – Définitions et concepts en résultant

2. OUVRAGES, OBSTACLES ET DÉBOUCHÉS

2.1. La géométrie des ouvrages d'art et des souterrains

- (a) Le patrimoine tunnels en France
- (b) Géométrie d'origine des souterrains ferroviaires français

2.2. La mise en compatibilité d'ouvrages fixes, des voies et des véhicules

- (a) La notion de débouché
- (b) La surveillance des débouchés
- (c) Méthodes et moyens de dégagement de gabarits supérieurs

3. DIVERSITÉ DES CARACTÉRISTIQUES DE LIGNE

3.1. La situation en Europe

- (a) La normalisation des gabarits ferroviaires
- (b) Entraxes de voies
- (c) Autres caractéristiques de ligne - Tracés et profils en long

3.2. Spécificités françaises et italiennes

- (a) Gabarits minimums
- (b) Entraxes minimaux

4. GABARITS UIC ET CODIFICATIONS DE FERROUTAGE

- 4.1. Chargements de transport combiné et gabarits**
 - (a) Inscription des chargements d'UTI dans les gabarits
 - (b) Véhicules spécialisés dans le transport des UTI
- 4.2. Codification des chargements**
 - (a) Chargements "étroits"
 - (b) Chargements "larges"
- 4.3. Codification des lignes**

5. PARAMÈTRES ET CRITÈRES D'ACHEMINEMENT DE TRANSPORTS COMBINÉS

- 5.1. Critères dimensionnels d'infrastructure**
 - (a) Sur le réseau européen
 - (b) Spécificités italiennes et françaises
- 5.2. Principe de codification d'un transport d'une UTI**
 - (a) Catégorisation des lignes et des chargements]
 - Catégories de chargement
 - Niveaux de débouchés retenus sur le réseau SNCF
 - (b) Pratique de la codification
 - Cas de semi-remorques
 - Cas de caisses mobiles

ENCADRÉS

- Encadré B1** - Chronologie de l'évolution récente de la normalisation des gabarits
- Encadré B2** - L'évolution des gabarits sur l'itinéraire fret franco-italien de Modane

RÉFÉRENCES

PLANCHES

- Planche B1** - *Evolution des gabarits de 1863 à 1994*
- Planche B2** - *Simulation de circulation de gabarit*
- Planche B3** - *Gabarits normalisés les plus courants en France*
- Planche B4** - *Gabarit minimum italien*
- Planche B5** - *Caractéristiques de chargement autorisées selon gabarits et types de véhicules*

C - COORDINATION ET COOPÉRATION EUROPÉENNES EN MATIÈRE DE TRANSPORT COMBINÉ
--

1. QUELQUES INSTITUTIONS ET ORGANISMES CONCERNÉS

- Comité international de coordination du transport combiné rail-route (INTERUNIT)
- European Intermodal Association (E.I.A.)
- Groupe de travail du transport combiné de la CEE des Nations Unies
- Intercontainer/Interfrigo (ICF) [Société internationale pour le développement du transport combiné et du transport sous température dirigée]
- Union internationale des chemins de fer (UIC)
- Union internationale des sociétés de transport combiné rail-route (UIRR)

2. PROGRAMMES EN COURS

- 2.1. Définition d'un réseau ferroviaire de base pour le transport international combiné**
 - (a) L'accord européen sur les grandes lignes de transport international combiné et les installations connexes (AGTC)
 - (b) Paramètres d'infrastructure requis pour les lignes du réseau AGTC
 - (c) Etat de la situation sur les lignes du réseau AGTC
- 2.2. Projets d'infrastructures ferroviaires à financement européen**
- 2.3. Programme de recherches communautaires**

3. FRET ET TRANSPORT COMBINÉ - CONJECTURES

RÉFÉRENCES

A - RAPPELS SUR L'INTERMODALITÉ ET LE TRANSPORT COMBINÉ RAIL-ROUTE

1. DÉFINITIONS

1.1. Des ambiguïtés à lever

La distorsion entre l'essor affirmé, mais cependant mesuré, du transport combiné et les atouts dont le dotent les milieux non professionnels, résulte certes d'une méconnaissance par ces derniers des problèmes commerciaux, économiques, financiers et techniques à résoudre, mais aussi de malentendus.

Ces malentendus peuvent être en partie imputés à l'imprécision, sinon à l'évolution du sens de certains termes dont les acceptions populaires peuvent entretenir de redoutables confusions.

1.2. Une terminologie naissante

L'harmonisation de la terminologie en matière de transport intermodal sera grandement facilitée par sa prise en considération par le Groupe de travail intersecrétariat sur les statistiques de transport (IWG Trans) constitué par EUROSTAT, la CEMT et la CEE des Nations Unies. Une partie des définitions figurant dans le présent paragraphe est issue du chapitre "Transport intermodal" [IWG Trans/Gloss.(1998)] introduit dans la seconde édition du Glossaire des statistiques de transport, auquel le lecteur est invité à se référer.

Intermodalité

L'*intermodalité* est définie par la Commission européenne comme "une caractéristique d'un système de transport, en vertu de laquelle au moins deux modes différents sont utilisés de manière intégrée pour compléter une chaîne de transport de porte à porte" [COM(97)243 (1997)].

Transport multimodal et intermodal

La Conférence européenne des ministres des transports (CEMT) définit le *transport multimodal* comme "transport de marchandises par au moins deux modes de transport différents".

Le *transport intermodal*, défini par [IWG.Trans/Gloss.(1998)], comme "mouvement de marchandises (sur une même unité de charge ou sur un même véhicule) par différents modes de transport successifs sans qu'il y ait manutention des marchandises elles-mêmes lors du changement de mode", est donc un type particulier de transport multimodal.

Transport combiné

Dans sa "Déclaration sur le transport combiné", le Conseil des Ministres de la Conférence européenne des transports (CEMT) 1996, définissait le *transport combiné* comme "une organisation intermodale de transport de marchandises par le biais d'une chaîne de porte à porte, par un transfert de ces marchandises sans changement de contenant. Plus précisément, encore, le transport combiné se fonde sur une unité de transport intermodal (UTI) dans laquelle la marchandise est transportée de bout en bout sur les modes les plus appropriés :

- la route, seulement en desserte d'extrémité (trajet initial et terminal) ;
- le rail et/ou la voie navigable et/ou la voie maritime à courte distance, à condition que le transfert se fasse entre les véhicules des modes de transport de manière optimale selon l'itinéraire retenu." [CEMT/CM(98)14].

En d'autres termes selon [IWG.Trans/Gloss.(1998)], la CEMT limite, aux fins de sa politique de transport, la signification du terme "transport combiné" au champ suivant "Transport intermodal dans lequel la majeure partie du voyage en Europe s'effectue par chemin de fer, par voie navigable intérieure ou par mer, et où les trajets de départ et d'arrivée exécutés par route sont *aussi courts que possible*".

Ce terme générique recouvre en conséquence de multiples solutions faisant appel à des techniques très différentes, notamment dans le domaine du transport combiné fer-route souvent désigné par le terme de feroutage [DEMANGE, VALLON (1994)].

Unité de transport intermodal

On définit par *unité de transport intermodal* (UTI) l'entité de chargement rigide et normée (conteneur maritime, caisse mobile, semi-remorque/ensemble routier) adaptée au transport intermodal [IWG Trans/Gloss.(1998)] (susceptible d'être transportée par plusieurs modes et transférée de l'un à l'autre) [SNCF-Fret (1995)].

Transport (mode actif)/(mode passif)

C'est un transport de marchandises dans lequel on utilise deux modes de transport en combinaison, et où un moyen de transport (passif) est transporté sur un autre moyen de transport (actif) qui assure la traction et consomme de l'énergie.

Le *transport par ferroutage* est un synonyme de *transport rail/route* [IWG.Trans/Gloss.(1998)].

Transport accompagné (mode actif)/route

C'est le transport d'un ensemble routier complet, *accompagné de son conducteur*, par un autre mode de transport (par exemple mer ou chemin de fer) [IWG.Trans/Gloss.(1998)].

Transport non accompagné (mode actif)/route

C'est le transport de véhicules routiers ou de parties de véhicules routiers, *sans présence du conducteur*, par un autre mode de transport (par exemple mer ou chemin de fer) [IWG.Trans/Gloss.(1998)].

2. CARACTÉRISTIQUES DIMENSIONNELLES DES CHARGEMENTS

2.1. Les différentes catégories d'unités de transport intermodal

(a) Conteneurs

Le terme de conteneur s'applique aujourd'hui exclusivement aux UTI gerbables initialement conçus pour les transports maritimes, selon la définition suivante "boîte conçue pour le transport de marchandises, renforcée, empilable et pouvant être transbordée horizontalement ou verticalement" [IWG.Trans./Gloss. (1998)].

C'est en 1966 que sont apparus en Europe, en provenance des USA, les grands conteneurs maritimes (appelés alors *transcontainers*) dont les dimensions, issues du code de la route américain et conformes aux normes ISO (International Standard Organisation), sont exprimées en unités de mesure anglo-saxonnes :

- longueurs : 20' - 30' - 40' (6,10 m - 9,15 m - 12,20 m)
- largeur : 8' (2,44 m)
- hauteur : 8' - 8' 6" - 8' 6" 1/2 (*) (2,44 m - 2,59 m - 2,61 m)

(*) La hauteur de 8' 6" 1/2, adoptée par la compagnie Leyland, n'est pas normalisée.

Vers 1975, sont apparus les conteneurs dits "*High Cubes*", d'une hauteur pouvant atteindre 9' 6" (2,90 m) et d'une longueur pouvant atteindre et même dépasser 50' (15,24 m).

Puis, au début des années 1980, le code de la route américain, qui limitait la largeur admissible à 8', a autorisé 8' 6" (2,59 m) ; les conteneurs ayant ces dimensions sont dénommés "*Super High Cubes*" ; leur largeur peut même atteindre 8' 6" 1/2 (2,61 m) et leur longueur 53' (16,15 m) [HUET (1992)] ; ces conteneurs surdimensionnés sont désignés "*Conteneurs de très grande capacité*" dans la terminologie officielle [IWG Trans./Gloss. (1998)].

Les conteneurs maritimes constituent actuellement la seule unité de transport combiné gerbable disponible. Leur particularité est de pouvoir être transportés dans les puits de navires dont les dimensions ont été normées en fonction de celles des conteneurs [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3]. L'unité définie pour mesurer un nombre de conteneurs de différentes longueurs, notamment en fonction de la capacité de logement des navires spécialisés ou des terminaux, est l'*Equivalent vingt pieds* (EVP) [Twenty foot Equivalent Unit (TEU)] ; ainsi, un conteneur ISO de 20 pieds correspond-t-il à 1 EVP/TEU [IWG.Trans./Gloss. (1998)].

Ces normes ne font pas l'unanimité, notamment en Europe où il est impossible d'optimiser le transport des palettes "Euro" (800 x 1200 mm et 1000 x 1200 mm) dans des conteneurs de 2,35 m de largeur utile. Sous la pression des chargeurs, des travaux sont conduits au sein du Comité européen de normalisation (CEN) pour instaurer de nouvelles normes de conteneurs à 8,6 pieds de large (2,60 m), en dépit du fait que cette largeur n'est pas admise dans nombre de pays européens. Cependant le cas de la France, où la

largeur maximale théorique est de 2,55 m mais où une largeur de 2,60 m est tolérée pour les caisses frigorifiques, porte en germe une évolution inéluctable [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3].

(b) Caisses mobiles

Selon la définition qui en est donnée par [IWG.Trans./Gloss. (1998)], "une caisse mobile est une UTI conçue pour le transport de marchandises, suffisamment renforcée pour permettre un usage répété, mais trop peu renforcée pour être saisie par le haut, ou empilée lorsqu'elle est chargée ; elle est généralement utilisée en transport rail/route".

Parallèlement à l'arrivée des conteneurs maritimes, les administrations ferroviaires et leurs filiales européennes se sont dotées de caisses mobiles de dimensions analogues mais généralement plus larges (2,50 m) pour permettre le chargement de front de deux palettes normalisées [HUET (1992)].

Les caisses mobiles satisfaisant aux normes européennes sont adaptées aux besoins et aux dimensions des charges palettisées les plus courantes en Europe (800 x 1200 mm et 1000 x 1200 mm) ; leur module principal, de 7,45 m, est une longueur adaptée aux remorques de 13,6 m, ce qui ne pouvait être le cas de la série 2 que l'ISO a tenté de mettre au point, sa longueur, de près de 15 m, étant jugée trop longue pour l'infrastructure routière européenne [CEMT/CM(98)14].

(c) Semi-remorques [HUET (1992)]

L'une des composantes du transport combiné des années 1945-1963 a été le parc des remorques rail-route UFR, lesquelles étaient loin d'avoir les dimensions du matériel standard routier.

Les codes de la route européens ne tardèrent pas d'ailleurs à s'inspirer de l'évolution des usages américains où s'étaient développées les semi remorques routières de hauteur de rive de 3,90 et 4,00 m.

2.2. Les véhicules routiers et leur évolution

(a) Caractéristiques dimensionnelles maximales

Une directive européenne a fixé les limites suivantes pour les véhicules routiers (hors transports exceptionnels) :

Dimensions

- largeur : 2,55 ; 2,60 m pour les transports frigorifiques [les transporteurs demandent instamment que cette largeur soit portée à 2,60 m pour tous les véhicules] ;
- longueur des ensembles articulés (semi-remorques) : elle est passée de 15,50 m [HUET (1992)] à 16,50 m ;
- longueur maximale des véhicules routiers (camion + remorque) : elle est passée de 18 m [HUET (1992)] à 18,75 m.

Masses

- masse maximale (poids) en utilisation normale : 40 t ;
- tolérance pour les véhicules participant au transport combiné : 44 t.

Ces limites, appliquées pour tout transport international dans l'Union européenne, ne sont pas systématiquement en usage dans les Etats membres (cf. Planche A1 "*Survey on vehicle regulations in European Union member countries*") ou dans les autres pays d'Europe (cf. Planche A2 "*Survey on vehicle regulations in non European Union member countries*") [UIRR (1995)].

(b) Caractéristiques dimensionnelles courantes et aptitude au ferroutage

Les contraintes de gabarit (cf. Section B) restreignent, sur grand nombre de lignes ferroviaires, les possibilités de chargement sur rail de véhicules routiers de grand encombrement.

Les premières évaluations sur l'aptitude des véhicules à être déplacés par transport combiné ont été entreprises par les autorités helvétiques, soucieuses de détourner vers le rail (par chaussée roulante ou par transport combiné non accompagné [cf. § 3.2. & 3.3.]) une partie du trafic routier transalpin de marchandises en grande croissance.

Lors de l'enquête effectuée en 1989, il est apparu qu'au plus 40 % de l'ensemble des poids lourds marchandises (> 3,5 tonnes) et transitant à travers la Suisse par l'axe du St-Gothard, pourraient utiliser la chaussée roulante (autorisant le ferroutage de véhicules non accompagnés d'une hauteur latérale maximum de 3,8 m, et de 3,9 m si suspension pneumatique), et que 15 % des caisses mobiles ou des

conteneurs transportés par des trains routiers "inaptes à la chaussée roulante" pouvaient être transportés par ferroulage non accompagné [DCFTCE/SET (1990)].

3. LES TECHNIQUES DU FERROUTAGE (Rappels)

3.1. L'acheminement de conteneurs

Tandis que les caisses mobiles sont conçues pour un chargement sur wagons standard, les conteneurs maritimes, et surtout leurs récentes versions "*High Cubes*" et "*Super High Cubes*" (aux nouvelles normes routières américaines), imposent, sur les lignes ne satisfaisant pas au gabarit B1 [cf. C1A Encadré 2], le recours à des wagons spécialisés à roues de diamètre 840 mm au lieu de 920 mm.

Des caractéristiques plus contraignantes encore (roues de diamètre 730 mm) ont dû être retenues pour les porte-conteneurs conçus pour être compatibles avec le gabarit britannique [HERISSE (1997)].

La manutention de ces conteneurs s'effectue essentiellement dans des chantiers spécialisés dont l'automatisation des plus grands a été à l'étude (robot "Commutor" de tri aux points nodaux) [ZONCA (1996)].

3.2. Le transport non accompagné (caisses mobiles, semi-remorques et bi-modal)

(a) Caisses mobiles

Ce sont des caisses aménagées pour faciliter leur préhension par des dispositifs de manutention sommaires, elles sont conçues pour être chargées sur wagons standard.

(b) Semi-remorques

Ce système nécessite des wagons spéciaux (à poche), ainsi que des gares de chargement et de déchargement équipées de moyens de manutention ad-hoc.

(c) La "technologie bi-modale"

Elle consiste à constituer des trains par assemblage de semi-remorques routières (renforcées), reposant directement sur des bogies ferroviaires spécialement conçus.

Cette technique, la plus économique quant au rapport de la charge utile à la tare du convoi [cf. C1A Planche 5], est développée aux Etats-Unis, mais n'est encore qu'à l'épreuve en Europe [cf. C1A Encadré 3, § 3.] où elle a jusqu'ici fait l'objet d'essais disparates et soulève encore quelques réticences [TEILLET ; RENAUX (1992)].

3.3. Le transport accompagné

(a) La "route roulante"

Elle est mise en oeuvre en Autriche et en Suisse (lignes du Brenner, du Loetschberg-Simplon, du Gothard). Les camions s'embarquent, par une extrémité, à bord de rames de wagons surbaissés à essieux multiples et à petites roues dont les inconvénients [cf. C1A § 1.4.4.a] sont les coûts de construction et d'entretien élevés et des contraintes de circulation résultant notamment de difficultés de contrôle des boîtes chaudes et de restrictions aux franchissements de certains types d'appareils de voie.

La ligne du Gothard, mise au gabarit GB, accepte le chargement de véhicules d'une hauteur totale de 3,80 m ; celle du Loetschberg, mise au gabarit GB1, ceux d'une hauteur de 4,00 m [cf. C1A Encadré 4].

L'infrastructure de Vintimille-Limone, dont la reconstruction avait prévu le gabarit GB, autoriserait les mêmes chargements que le Gothard.

(b) L' "autoroute ferroviaire" [PELICAND (1993)]

Ce projet SNCF s'inspire des dispositions d'Eurotunnel. Le gabarit généreux [cf. C1A Planche 4] autorise le chargement latéral (donc plus rapide) de tout véhicule (hauteur maximale 4,50 m) sur des rames pourvues de roues standard et capables de vitesses élevées.

La première autoroute ferroviaire relierait Ambérieu à Turin par le futur tunnel de base de 54 km sous le massif d'Ambin (Fréjus), lequel écoulerait conjointement le trafic TGV. *Un projet analogue a été formulé*

par un bureau d'études turinois pour Cuneo-Nice, avec un tunnel de base de 34,5 km entre Borgo San Dalmazzo et Lantosque.

RÉFÉRENCES

CEMT/CM(98)14 (1998)

Rapport sur la situation actuelle du transport combiné en Europe

Conférence européenne des ministres des transports - Conseil des ministres ; CEMT/CM(98)14 ; 65102 - Ta. 6840 - 02.04.98 - 04.0598 ; Or. Fra. ; 164 pages.

COM(97)243 (1997)

Intermodalité et transport intermodal de marchandises dans l'Union européenne

Une logique de systèmes pour le transport des marchandises - Stratégies et actions visant à promouvoir l'efficacité, les services et le développement durable.

COM(97) 283 final ; Bruxelles, 29.05.1997 ; CB-CO-97-261-FR-C ; ISBN 92-78-20759-4 - ISSN 0254-1491 ; 26 pages.

DCFTCE/SET (1990)

Trafic marchandises transalpin : comptage des poids lourds franchissant les Alpes Suisses 1989 – Résultats provisoires de l'enquête, complétés par des informations sur le transport combiné

Secrétariat général DCFTCE - Service d'études des transports (SET) ; Mandat SET n° 5-A ; Berne, mars 1990 ; 17 pages.

DEMANGE Jean-Marie [Député], VALLON Pierre [Sénateur] (1994)

Les réponses offertes par les nouvelles technologies de transport aux problèmes de la saturation des axes Nord/Sud

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques ; rapport enregistré le 13 avril 1994 sous les numéros 1081 à l'Assemblée Nationale et 332 au Sénat ;

Direction des Journaux Officiels, Paris, 1994, ISBN 2-11-087776-6, ISSN 1249-3872, 141 pages.

FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3

Problématique des gabarits ferroviaires

11 pages + 4 sous-annexes (9 planches dont 3 en couleurs).

Annexe 3.1.3. de FS/RFF/SNCF (1998)

Etude d'amélioration d'écoulement du trafic fret franco-italien sur l'axe international Dijon-Modane-Turin

Rapport définitif (septembre 1998) [document provisoire]

Rapport (207 pages) complété par 34 annexes comportant de nombreux tableaux et planches.

HERISSÉ Philippe (1997)

Remafer : contrat de 1050 porte-conteneurs

La Vie du Rail et des Transports, n° 2592, 16 avril 1997, page 6.

HUET Jean (1992)

Le gabarit ferroviaire et le transport combiné

Revue Générale des Chemins de fer, Novembre 1992, pp. 25-29.

IWG.Trans/Gloss. (1998)

Glossaire des statistiques de transport - Deuxième édition

Groupe de travail intersecrétariat sur les statistiques de transport (IWG.Trans) [Eurostat, CEMT, Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (CEE/ONU)] ; Nations Unies Genève ; ECE/TRANS/NONE/98/8 ; GE.98-20479, February 1998 - 260 ; 96 pages.

MOLINARI Jacques (1997)

Transport combiné et infrastructures ferroviaires – La problématique française – Perspectives et stratégies

Conférence au 15^{ème} Cours-séminaire régional de la Commission interrégionale Piémont-Val d'Aoste de protection de la montagne du Club Alpin Italien, 10-11 mai 1997.

GIR Maralpin, 05.05.1997, 37 pages

Publication en langue italienne in "Autostrade e Ferrovie – Mito e realtà"

Atti del 15° Corso-Seminario Regionale per Operatori TAM – Club Alpino Italiano – Commissione inter-regionale Tutela Ambiente Montano Piemontese Valdostana ; Edizione CITAM-PV ; Marzo 1998 ; pp. 39-62.

Ce document est référencé dans le présent cahier sous le code C1A

PELICAND Jean (1993)

Autoroute ferroviaire - Ligne à grand gabarit réservée au fret (LGF)

Revue Générale des Chemins de fer, Juin 1993, pp. 25-30.

SNCF-Fret (1995)

Fret SNCF - Le transport combiné

SNCF, Direction du fret, plaquette 12 pages, mars 1995.

TEILLET Bernard ; RENAUX Jean-Luc (1992)

La technologie bi-modale. Un challenge pour l'avenir du transport combiné ?

Revue Générale des Chemins de fer, Novembre 1992, pp. 31-34.

UIRR (1995)

Pan european survey on combined transport (summary)

International Union of Combined Road-Rail Transport Companies (UIRR S.C.) [en collaboration avec Studiengesellschaft für des kombinierten Verkehr e. V., Frankfurt am Main]

Bruxelles ; 2. Edition, march 1996 ; 9 pages, 10 planches.

ZONCA Michel (1996)

Logique du point nodal et tri d'avenir

Revue Générale des Chemins de fer, Avril 1996, pp. 79-84.

PLANCHES

Planche A1

Survey on vehicle regulations in European Union member countries [UIRR (1995)].

Réglementations poids lourds en usage dans les Etats communautaires européens (dimensions et poids total en charge)

Planche A2

"Survey on vehicle regulations in non European Union member countries" [UIRR (1995)].

Réglementations poids lourds en usage dans les Etats européens non communautaires (dimensions et poids total en charge)

Issue	Country														
	AT	BE	DE	DK	ES	FI	FR	GB	GR	IE	IT	LU	NL	PT	SE
1.1.1 max vehicle dimensions: - length road train in m 1)	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75	18,75
1.1.2 - length articulated unit	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,00	16,5	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	24,00
1.1.3 - width in m	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55
1.1.4 - high in m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,20	4,00	4,25	4,00	4,00	4,00	4,00	nolim
1.1.5 max gross mass of road vehicles in t	40	44	40	48	40	48	40	38	40	40	44	44	50	40	56
1.1.6 exemption for 44 t for combined transport	☺	-	☺	-	☺	-	☺	☺	☺	no	-	-	-	☺	-
1.1.7 vehicles dimensions of EU directive applied in international transport	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

The max. gross mass allowed for road transport indicates whether combined transport can compete in heavy weight transports. Due to technical constraints, most combined transport operations with a gross mass of more than 44 t for the entire vehicle will face difficulties.

Some countries allow a max. gross mass of 44 t only in certain combined transport operations. Of course, this privilege contains only a real advantage if road transport, in general, is limited to less tonnage in max. gross weight. Insofar, the combination of the two features - max. gross weight in general and specific 44 t exemption for combined transport give a picture whether combined transport in this specific country has a specific advantage (mainly in heavy weight transport).

The application of the EU directive on dimensions on road transport shows whether combined transport using standard technical features will be possible or whether in this specific country deviating transport systems are in application that might ask for special treatment.

Planche A1

Survey on vehicle regulations in European Union member countries [UIRR (1995)].

Réglementations poids lourds en usage dans les Etats communautaires européens (dimensions et poids total en charge)

	Issue	Country												
		BG	CH	CZ	HR	HU	NO	RO	SK	SI	PL			
1.1.1	max vehicle dimensions:	20,00	18,35	18,00	18,00	18,35	18,00	18,35	18,00	18,00	22,00			
1.1.1.1	- length road train in m	16,50	16,50	16,50	16,50	16,50	16,00	16,50	15,50	16,50	-			
1.1.1.2	- length articulated unit m	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50			
1.1.1.3	- width in m	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00			
1.1.1.4	- high in m													
1.1.5	max gross mass of road vehicles in t	38	28	48	40	40	50	40	40	40	42			
1.1.6	exemption for 44 t for combined transport	no	☺	no	no	☺	--	no	☺	no	☺			
1.1.7	vehicles dimensions of EU directive applied in international transport	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	✓			

Planche A2

"Survey on vehicle regulations in non European Union member countries" [UIRR (1995)].

Règlementations poids lourds en usage dans les Etats européens non communautaires (dimensions et poids total en charge)

B - INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES ET FERROUTAGE

1. TRANSPORTS FERROVIAIRES ET CONTRAINTES DE CHARGEMENT

1.1. Paramètres d'encombrement à prendre en compte pour la circulation de véhicules ferroviaires

Une condition nécessaire à la faisabilité du transport combiné est que les matériels utilisés (conteneurs, caisses mobiles, véhicules routiers) puissent s'inscrire dans le gabarit de chargement ferroviaire, c'est à dire dans le profil maximum offert aux matériels et aux chargements par le débouché des ouvrages d'art, notamment des tunnels, ainsi que par l'implantation des voies entre elles et des obstacles le long des voies [HUET (1992)].

(a) Gabarits de chargement

Du fait d'exigences géométriques (dévers de la voie pour compenser les effets centrifuges, inscription en courbe de véhicules rectilignes) et cinématiques (mouvements de lacet et de roulis résultant de la tenue et des caractéristiques dynamiques des véhicules en circulation), des dispositions particulières doivent être prises en fonction du tracé des lignes et des vitesses de circulation.

Ainsi, le *gabarit de chargement* engage-t-il en circulation, en fonction de ces paramètres, un espace plus ample dont le contour dépend des caractéristiques du véhicule ferroviaire et doit être conjointement compatible avec les caractéristiques de la ligne.

Pour ce qui concerne les véhicules (engins de traction ou wagons), leurs caractéristiques statiques et dynamiques doivent être telles qu'elles leur permettent de s'inscrire dans une enveloppe maximale, également normée par l'UIC, désignée *gabarit cinématique* dont les dimensions englobent celles du gabarit de chargement.

(b) Gabarits d'obstacles

Les services de la voie, quant à eux, ont en charge de définir les entraxes de voie et les implantations ou dégagements d'obstacles en fonction des gabarits précédents, des vitesses en ligne et, également, des contraintes et marges d'entretien (réhausses de ballast et ripage de voies notamment).

En règle générale, pour toute implantation nouvelle le long des lignes existantes, ou lors de remaniement d'installations, les entraxes et obstacles sont implantés selon des cotes dites "*nominales*" qui ne présentent aucun caractère restrictif et permettent de ménager des possibilités d'amélioration de tracé, de vitesse et de circulation de transports exceptionnels. En revanche sur des lignes (ou sections de ligne) en exploitation, il est impératif de vérifier la compatibilité des entraxes de voie et des implantations d'obstacles fixes avec les vitesses projetées et les gabarits de chargement envisagés, et, si possible, d'y remédier, et, en cas d'impossibilité, de réduire les niveaux de prestation [MENESSION (1997)].

De telles configurations expliquent qu'une section de ligne restreinte à un gabarit déterminé puisse être autorisée à un gabarit supérieur sous réserve de restrictions de vitesse d'acheminement, ou, dans certains cas, de dispositions et mesures de protection appropriées relevant de transports exceptionnels.

1.2. Inscription des véhicules et implantation des voies – Définitions et concepts en résultant [MENESSION (1997)]

Du fait de la géométrie et de la dynamique de l'inscription d'un véhicule en courbe, du fait également de l'évolution des voies sous l'effet des circulations et de l'entretien, il ne peut donc être établi de correspondance directe entre les caractéristiques dimensionnelles d'un véhicule (ou d'un ensemble véhicule/chargement) et les implantations d'obstacles fixes le long de la plateforme des voies.

Pour relier les unes aux autres, il est fait appel à différents concepts normés de gabarits, successivement emboîtés dans l'ordre suivant :

- gabarit de chargement statique
- gabarit de chargement dynamique
- contour de référence cinématique

- gabarit limite d'obstacle (il est défini à partir du contour de référence cinématique)
- implantation nominale des obstacles (c'est celle réellement observée le long de la plateforme)
- implantation normale des obstacles (c'est celle qui est jugée souhaitable par l'administration ferroviaire concernée).

Sur les lignes à double voie (ou à voies multiples) un autre paramètre dimensionnel intervient pour l'insertion du contour de référence cinématique dans l'implantation nominale d'obstacle, il s'agit de l'entraxe des voies, lui même défini en fonction des vitesses de circulation [cf. Tableau § 3.2.b.].

2. OUVRAGES, OBSTACLES ET DÉBOUCHÉS

2.1. La géométrie des ouvrages d'art et des souterrains

(a) Le patrimoine tunnels en France

De 1827 à 1990, plus de 1670 souterrains totalisant une longueur bout à bout de 650 km auront été forés pour les besoins des chemins de fer français, et réalisés pour la plupart entre 1855 et 1900. Sur ce total, l'inventaire actuel de la SNCF en laisse subsister 1514, dont 1321 situés sur des lignes encore en exploitation [DEGENÈVE (1994)], représentant 537 km de longueur cumulée. Ce patrimoine important place la SNCF au second rang, derrière l'Italie, des propriétaires d'ouvrages souterrains des réseaux ouest européens. Le tiers de ces ouvrages a plus de 100 ans.

Du fait de l'ancienneté de ce patrimoine et de la tendance naturelle des gabarits des matériels roulants à l'agrandissement, la SNCF a eu depuis longtemps à résoudre des problèmes de géométrie pour adopter ses ouvrages aux exigences du trafic [cf. Planche B1 *Evolution des gabarits de 1863 à 1994*]. Ces difficultés sont liées aux choix d'origine des réseaux, les réseaux français et britanniques par exemple ayant réduit les ouvrages au minimum compatible avec le matériel roulant, alors que d'autres (allemand, scandinaves) ont conçu d'emblée des ouvrages d'un gabarit plus généreux [SNCF/CL/VP/B468].

(b) Géométrie d'origine des souterrains ferroviaires français

DEGENÈVE (1994) appelle l'attention sur la grande disparité de formes et de dimensions des souterrains ferroviaires français en expliquant notamment qu' "il a fallu attendre 1857 pour que le gouvernement français prescrive, dans les cahiers des charges des lignes à construire, des dimensions minimales visant à homogénéiser les constructions nouvelles".

Cette prescription ministérielle demandait, qu'en double voie, l'ouverture minimale soit de 8 mètres, la hauteur minimale entre le plan de roulement et la clé de voûte de 6 mètres, et la hauteur minimale au dessus des rails extérieurs de 4,80 mètres (en voie unique, ces spécifications étaient les mêmes, l'ouverture minimale étant ramenée à 4,50 mètres) [SNCF/CL/VP/B468].

Dans les faits, sur les grandes lignes du réseau français, le minimum d'ouverture entre piédroits (hormis les exceptions de l'Ouest et du Centre) est observé sur Paris-Strasbourg avec 7,40 m, tandis que l'ouverture type de 8,00 m fut adoptée par les constructeurs du Paris-Lyon et du Lyon-Méditerranée (devenus le PLM) avant la prescription ministérielle, et que, plus tard, le PLM adoptait pour ses dernières lignes (notamment Frasnè-Vallorbe et Nice-Breil [cas des tunnels à double voie du Col de Braus et du Mont-Grazian]) une ouverture maximale de 8,60 m [DEGENÈVE (1994)].

2.2. La mise en compatibilité d'ouvrages fixes, des voies et des véhicules

(a) La notion de débouché [SNCF/CL/VP/B468]

L'adaptation des infrastructures à l'évolution des besoins de transport (augmentation des vitesses de circulation, accroissement dimensionnel des véhicules et des chargements, transports exceptionnels de colis particulièrement encombrants) achoppe sur les caractéristiques des ouvrages fixes, et notamment des tunnels.

Avant d'envisager de recourir à tout remaniement d'ouvrage, toujours coûteux et délicat, il est nécessaire de connaître les débouchés réellement disponibles.

L'obtention de ces données n'est pas simple car un tunnel n'a pas une géométrie extrêmement régulière et les voies n'y sont pas implantées de façon rigoureusement symétrique. Le débouché d'un tunnel est donc défini par rapport à une voie donnée comme l'enveloppe intérieure de tous les profils transversaux successifs que présente ce tunnel pour un train circulant sur cette voie.

De surcroît, ce débouché peut être altéré par l'évolution de l'ouvrage (déformation plastique des voûtes), et, quoi qu'il en soit, présente un caractère évolutif par suite de la seule mise en oeuvre des techniques courantes d'entretien de la géométrie des voies ferrées lorsque celles-ci sont posées sur ballast.

En effet, l'entretien du profil en long se réalise en comblant les creux, donc en relevant par zones la voie de quelques millimètres à quelques centimètres, tandis que l'entretien du tracé s'effectue en déplaçant celle-ci transversalement dans les mêmes ordres de grandeur. Comme ce dernier type d'intervention n'est pas possible sans relever la voie d'au moins quelques millimètres, l'accumulation de ces petits déplacements au cours des années finit par réduire de façon appréciable le débouché d'un ouvrage, même si la structure proprement dite de celui-ci est parfaitement stable.

(b) La surveillance des débouchés

L'obligation conjointe d'utiliser des ouvrages vieillissés (près des 3/4 des souterrains français sont plus que centenaires) et d'y assurer la sécurité des circulations, d'une part, la recherche des potentialités des infrastructures, d'autre part, conduisent les administrations ferroviaires à mettre en place une politique de surveillance systématique.

À la SNCF, un service central (la Division des Souterrains de la Direction de l'Équipement) est chargée de définir les méthodes d'investigations devant être mises en oeuvre au niveau régional (par les Divisions Ouvrages d'art) [DEGENÈVE (1994)].

Chacune des régions SNCF possède un fichier de planches de débouchés par tronçon de ligne où sont identifiés tous les engagements du contour dit "N" (comme "normal"). c'est sur ce fichier que s'appuie le suivi de surveillance, et aussi chaque étude de transport exceptionnel ou d'ouverture à un gabarit supérieur.

La mise à jour au quotidien de ces planches est réalisée par les établissements au plus près du terrain, au fur et à mesure des opérations d'entretien et a fortiori à l'occasion de travaux importants.

Le renouvellement complet de ces planches est réalisé au bout d'une période variable de 5 à 10 ans à l'aide d'un engin spécial établissant au défilé des profils obtenus par visées laser, et délivrant, après traitement informatique, des séries de contours d'obstacle à partir desquelles sont entreprises des études géométriques, c'est-à-dire des simulations de passage dans l'obstacle de différents gabarits matériels et électriques.

Chacune des régions de la SNCF dispose d'un recueil exhaustif des éléments signalétiques des différents obstacles, classés par ligne et par km. Ces bases de données doivent, dans un proche avenir, être intégrées dans une base patrimoine plus complète, actuellement en cours d'élaboration à la SNCF [SNCF/CL/VP/B468].

(c) Méthodes et moyens de dégagement de gabarits supérieurs [SNCF/CL/VP/B468].

Tandis que les études de transports exceptionnels, de par leur caractère extemporané, consistent généralement à tirer le meilleur parti des configurations existantes au prix de mesures particulières sur le chargement (décentrement) et de restrictions sur les modalités de circulation, le dégagement d'un gabarit normalisé peut impliquer des interventions sur l'infrastructure et relève des services de l'équipement qui procèdent pour ce faire à des études dites géométriques.

Une *étude géométrique* en tunnel ferroviaire est destinée à définir, tant en plan qu'en altitude, l'implantation des voies qui permettra, à l'issue des travaux, de livrer passage à un gabarit donné. Elle consiste à comparer, tout le long du tunnel, le débouché actuel avec l'encombrement du gabarit que l'on souhaite dégager.

Après acquisition des données, l'étude procède généralement selon les étapes suivantes :

- simulation de la circulation du gabarit projeté sur la ou les voie(s) dans leur position actuelle, et calcul, au droit de chacun des profils, des chevauchements (engagements) ou espaces libres [cf. Planche B2 *Simulation de circulation de gabarit*] ;
- juxtaposition de ces états et définition d'un "fuseau de passage" du gabarit pour le profil en long et le tracé de voie actuels ;
- résolution des conflits en intervenant sur le tracé et le profil en long de la voie, de l'une des voies ou des deux voies, sur l'entraxe et sur la structure du tunnel, jusqu'à obtention d'un compromis satisfaisant entre l'état de l'ouvrage, la géologie du site, les travaux sur la structure et la plateforme, les normes de sécurité et les exigences de la circulation.

3. DIVERSITÉ DES CARACTÉRISTIQUES DE LIGNE

En matière de transports ferroviaires, les contraintes les plus drastiques résultent des gabarits de chargement offerts par les débouchés d'ouvrages d'art et l'implantation des voies entre elles (entraxes). Aux fins de simplification, l'exposé qui suit ne traitera que des gabarits de chargement statiques nominativement autorisés en ligne ou sections de lignes, après remaniements éventuels de leurs infrastructures (entraxes et obstacles fixes) ou des conditions de circulation.

3.1. La situation en Europe

(a) La normalisation des gabarits ferroviaires [HUET (1992)]

Au contraire de l'écartement des voies, très tôt unifié, les gabarits divers adoptés par chacun des réseaux, n'ont fait que tardivement l'objet d'accords internationaux, lesquels n'ont pu que concrétiser des disparités certaines et définir, en 1913, un gabarit "passe-partout international" (PPI).

Ce gabarit PPI ne pouvait que s'ajuster sur les gabarits continentaux les plus restrictifs, celui de la majorité des réseaux français, gabarits moins étriqués que ceux des réseaux britanniques (qui restent une singularité), mais beaucoup moins généreux que ceux des réseaux d'Europe centrale notamment. Ces derniers en tireront judicieusement parti, après la seconde guerre mondiale, lors des travaux de reconstruction, en dégagant à peu de frais un gabarit très supérieur, initialement désigné "C1" et actuellement désigné "GC".

Les nécessités d'acheminement des grands conteneurs maritimes apparus en Europe en 1966 ont conduit les réseaux (notamment la SNCF) et l'Union Internationale des Chemins de fer (UIE) [cf. Encadré B1] à apporter des retouches au gabarit "PPI" devenu gabarit "A" (désigné depuis "GA") et à reconnaître des gabarits intermédiaires "B", "B+" (désignés depuis "GB" et "GB1"), ainsi que "GB2" (qui correspond à des spécifications de surlargeur latérale et faîtière propres au réseau italien), entre ce gabarit "GA" et le gabarit "GC" en usage en Europe Centrale (et en Suède) [cf. Planche B3 *Gabarits normalisés les plus courants en France & C1A* Planche 3].

On trouvera précisés en [UIC/F506 (1996)] les chargements-types à partir desquels ont été définis les gabarits GA, GB et GC [ibidem Annexe 2 (notification 01.01.1987)], puis, les gabarits GB1 et GB2 (établis sur la base de certaines exigences du trafic combiné, apparues à partir de 1989) [ibidem Annexe 3 (notification : 01.01.93)].

Le transport combiné accompagné (véhicules de transport embarqués), pratiquement incompatible avec le gabarit GA, ne s'accommode des gabarits GB et GB1 qu'au prix de restrictions sévères concernant les caractéristiques des véhicules transportés (limités à des hauteurs de chargement respectives de 3,80 m et 4,00 m) et d'un matériel roulant ferroviaire spécifique et coûteux (plateformes surbaissées à essieux multiples et à petites roues, soumis à des limitations de vitesse et nécessitant un entretien dispendieux [cf. A.3.3.1.]).

Toutes ces restrictions, dont une partie affecte également le gabarit GC, sont levées en recourant à un gabarit bien supérieur (celui du tunnel sous la Manche), gabarit retenu par la SNCF pour ses projets d'autoroute ferroviaire et du tunnel de base d'Ambin (projet de ligne Lyon-Turin) [cf. C1A Planche 4].

(b) Entraxes de voies [HUET (1992)]

De même que pour les gabarits, les entraxes de voie adoptés par les chemins de fer français sont sensiblement moins généreux que ceux de la plupart des autres chemins de fer continentaux.

Ainsi, l'entraxe normal entre deux voies principales voisines est, en France, de 3,57 m en alignement (alors qu'il est de 4 m en Allemagne par exemple). Certaines sections de lignes présentent des entraxes réduits à 3,34 m. En revanche, l'entraxe est porté à 3,62 m sur les lignes admettant des vitesses maximales comprises entre 120 et 160 km/h, et à 3,67 m sur les lignes autorisant des vitesses atteignant la plage 160-200 km/h [cf. Tableau du § 3.2.b.]

Sur les lignes à grande vitesse, l'entraxe est de 4,20 m (Lignes nouvelles 1 & 2) et de 4,50 m sur la ligne 3 [il est de 4,70 m sur les lignes à grande vitesse allemandes].

Si une surlargeur d'entraxe autorise la circulation de matériels et de chargements plus larges (tel l'ICE allemand qui n'est pas au gabarit international et ne peut circuler sur les voies françaises), elle offre aussi de plus grandes possibilités de ripages sous ouvrages permettant de dégager les gabarits sans travaux prohibitifs [cf. C1A Encadré 4].

(c) Autres caractéristiques de ligne - Tracés et profils en long

Si, pour autant que les tracés en plan s'y prêtent, les fortes rampes ne sont pas incompatibles avec les très grandes vitesses (les rampes de la ligne TGV Paris-Lyon atteignent 35 pour mille), en revanche les rampes de 27 pour mille de la plupart des grandes traversées alpines actuelles (et même 30 pour mille et plus au Fréjus), ainsi que les sinuosités qui leur sont associées, ralentissent considérablement l'acheminement du fret et en alourdissent les coûts d'exploitation.

Ces paramètres et d'autres sont pris en considération pour l'établissement d'itinéraires internationaux de transport combiné [cf. C.2.1.]

3.2. Spécificités françaises et italiennes

(a) Gabarits minimums

Comme indiqué plus haut, le gabarit PPI reproduit le gabarit continental le plus restrictif, c'est à dire le plus étroit des gabarits français (à l'exclusion des lignes de l'Ouest construites par des ingénieurs anglais), à savoir celles de l'Est et du PO (Paris-Orléans). Ses caractéristiques sont les suivantes :

- largeur des piédroits : 3,10 m
- hauteur maximale : 4,28 m
- contour supérieur : arcs de rayon 1,675 m encadrant une partie horizontale de 0,80 m à la hauteur de 4,28 m.

En 1931, la largeur du contour du gabarit PPI a été portée à 3,15 m. Cependant, à l'occasion de travaux qu'ils avaient à effectuer sur certains ouvrages d'art, certains réseaux ont jugé opportun, dès cette époque, d'adopter un gabarit légèrement supérieur au gabarit PPI.

Ainsi, dès 1932, les chemins de fer italiens avaient un gabarit entre piédroits de 3,20 m de large et de 4,30 m de haut, le contour supérieur ménageant une partie horizontale de 1,10 m à la hauteur de 4,30 m (ce gabarit, légèrement plus généreux que le gabarit international GA, se distingue surtout par sa largeur entre piédroits dépassant de 5 cm la largeur commune aux trois gabarits internationaux GA, GB et GC [cf. FS/PGOS-126 & Planche B4 *Gabarit minimum italien*]).

Pour ce qui concerne la France, a été adoptée, sous les ouvrages d'art lors des électrifications, une hauteur minimum de fil de contact au dessus du niveau des rails de 4,60 m en 1500 V et de 4,69 m (4,74 m en zone polluée) en 25000 V ; compte tenu d'une marge d'entretien de voie de 0,05 m et des distances d'isolement respectives, cette cote ménage pour les chargements une hauteur libre de 4,40 m, excédant celle des gabarits GA et GB de 0,05 m [HUET (1993)].

(b) Entraxes minimaux

Les entraxes de voie adoptés sur le réseau français [cf. Tableau ci-dessous] sont sensiblement moins généreux que ceux des autres chemins de fer continentaux. Ainsi ne se prêtent-ils pas à des ripages substan-

Entraxes des voies				
Vitesses (V) (en alignement)	France		Italie	
	Normal	Minimum	Normal	Minimum
$V \leq 120$ km/h	3,57 m	3,34 m	3,555 m	3,465 m
$120 \text{ km/h} \leq V \leq 160$ km/h	3,62 m	3,335 m		
$160 \text{ km/h} \leq V \leq 200$ km/h	3,67 m	3,39 m		
$200 \text{ km/h} \leq V \leq 220$ km/h	3,72 m			
$V \leq 230$ km/h (LN)	4,00 m			
$V \leq 270$ km/h (LN)	4,20 m			
$V \leq 300$ km/h (LN)	4,50m			

Légende : LN = Ligne nouvelle à grande vitesse (SNCF)

tiels sous ouvrages aux fins d'y dégager un plus grand gabarit

Ainsi, tandis que l'entraxe minimum admis en France, en alignement et pour des vitesses inférieures à 120 km/h, est de 3,34 m, en Italie cet entraxe minimal serait de 3,47 m, alors que l'entraxe normal serait dans les mêmes circonstances de 3,555 m [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3].

4. GABARITS UIC ET CODIFICATIONS DE FERROUTAGE [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3].

4.1. Chargements de transport combiné et gabarits

(a) Inscription des chargements d'UTI dans les gabarits

Les caractéristiques dimensionnelles des chargements usuels du transport combiné (caisses ou semi-remorques) présentent généralement une section transversale bien distincte d'un contour de gabarit. Au contraire d'une forme en arceau homologue d'une voûte d'ouvrage ou d'une section de voiture de voyageurs, les UTI offrent une section frontale quadrangulaire d'une largeur dictée par les normes maritimes ou routières (à savoir, soit inférieure ou égale à 2,50 m, soit 2,60 m au maximum).

La question qui se pose donc est de connaître la hauteur maximale des UTI(s) pouvant être acheminées sur un itinéraire donné.

Une première réponse, déduite graphiquement des gabarits de chargement, fournit le maximum de hauteur dégagée au dessus du rail sur les largeurs de chargement correspondantes (2,50 m ou 2,60 m) :

- le gabarit GA offre 3,88 m pour une largeur inférieure ou égale à 2,50 m,
- le gabarit GB offre 4,08 m pour une largeur inférieure ou égale à 2,50 m,
- le gabarit GB1 offre 4,18 m pour une largeur inférieure ou égale à 2,60 m,

maxima maximorum dont doivent être soustraites les cotes des plans de chargement des wagons.

(b) Véhicules spécialisés dans le transport des UTI

L'acheminement des UTI est généralement assuré par des wagons spécialisés.

- Les semi-remorques routières sont transportées sur des wagons spéciaux à ponts fixes ou à poches fixes. Ils sont porteurs du signe "P".
- Les caisses mobiles ou les conteneurs sont transportés sur des wagons spécialisés porteurs de signes "C".

4.2. Codification des chargements

Les plans de chargement des wagons spécialisés jouant un rôle majeur, chargeurs et certaines administrations ferroviaires, telles les chemins de fer italiens, sont convenus de recourir à deux couples de codifications portant à la fois sur les wagons et sur les UTI. Ces codifications sont dressées à partir de wagons de référence (de 13,50 m d'empattement) et de caisses de référence.

(a) Chargements "étroits"

Un premier couple de références concerne les UTI de largeur inférieure ou égale à 2,50 m.

Le wagon de référence choisi est celui, le plus courant, dont la hauteur de chargement est de 1,175 m au dessus du rail ; un tel wagon est codifié C. Pour tenir compte des caractéristiques d'autres types de wagons, une codification est placée sur leur cartouche : il s'agit d'un C suivi d'un chiffre positif ou négatif dont la valeur exprime en centimètres la capacité de chargement du wagon relativement à la valeur de référence, ainsi un wagon dont la hauteur de plateau est 7 cm inférieure à celle d'un wagon standard est codifié C + 7 du fait qu'il offre une capacité de chargement supérieure de 7 cm.

La caisse de référence pour les caisses mobiles a été définie pour une caisse de hauteur de 2,45 m ; une telle caisse porte la codification C0, chaque point au dessus de ce zéro vaut un centimètre. Une caisse codifiée C22 mesure donc $2,45 + 0,22 = 2,67$ m de hauteur.

Les semi-remorques étant transportées par wagons poche, leur codification est affectée de la lettre P ; le wagon poche de référence ayant la même cote de plateau que le wagon C, la même codification, à la lettre près leur est appliquée.

(b) Chargements "larges"

Un second couple de références concerne les UTI de largeurs comprises entre 2,51 m et 2,60 m. Afin d'éviter toute erreur d'interprétation, la codification est encore précédée des mêmes lettres C ou P, mais cette fois suivies de trois chiffres. Elle s'ordonne à partir de la cote de la poche (située à 0,33 m du rail) du wagon poche de référence, et exprime en centimètres la hauteur réelle de la semi-remorque ; ainsi une semi-remorque de 3,60 m de hauteur aura-t-elle pour codification P360. La codification de la caisse mobile s'ajuste à ces références. Le wagon poche de référence ayant 0,33 m et 1,175 m pour cotes respectives de la poche et du plateau, une caisse mobile de 274,5 cm de hauteur aura pour codification : $2,745 + 1,175 - 0,33 = C359$.

4.3. Codification des lignes

Inversement, d'un gabarit de ligne découlent les codifications de chargement admissibles. Ainsi, est-il aisé de connaître les hauteurs de chargement disponibles en fonction des gabarits UIC ; par exemple, le gabarit GA permet, sur wagon de référence codifié C, le transport d'une caisse de 2,50 m de large et de 2,67 m de hauteur qui sera codifiée C22, tandis que le gabarit GB1 offrira pour une largeur de 2,60 m, une hauteur de caisse de 3 mètres qui sera codifiée C385.

En fait, les capacités de certaines lignes ou sections de ligne peuvent dépasser celles des gabarits nominaux pour lesquelles elles sont classées. C'est la raison pour laquelle certains réseaux ont, pour chacune de leurs lignes intéressées par le trafic combiné, défini avec précision l'espace réellement disponible dans la tranche sommitale de leur contour d'obstacle, afin de définir les limites de chargement autorisées.

Ces limites de chargement, qui ressortissent aux procédures dites d' "avis de transport exceptionnel" (ATE), sont spécifiées en codifications de chargement à deux et trois chiffres.

Ces codifications (qui sont en outre modulées selon la longueur des wagons) présentent l'avantage d'une grande souplesse d'utilisation (en regard notamment de la variété de caractéristiques géométriques des véhicules ferroviaires) et d'un meilleur ajustement aux caractéristiques géométriques réelles des lignes, lesquelles peuvent offrir des contours de gabarit intermédiaires entre gabarits normalisés et néanmoins utilement exploitables [cf. Planche B5 *Caractéristiques de chargement autorisées selon gabarits et types de véhicules*].

En pratique, un opérateur se référant à la carte des lignes de feroutage dressée par Interunit déduit directement des codifications qui y figurent [INTERUNIT (1996) :

- pour les caisses mobiles, les hauteurs de rive admissibles (en cm) :
codification à 2 chiffres : numéro de codification additionné du nombre 245
codification à trois chiffres : numéro de codification réduit du nombre 85
- pour les semi-remorques, les hauteurs de rive admissibles :
codification à trois chiffres : numéro de codification additionné du nombre 330.

5. PARAMÈTRES ET CRITÈRES D'ACHEMINEMENT DE TRANSPORTS COMBINÉS

5.1. Critères dimensionnels d'infrastructure

(a) **Sur le réseau européen** [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3].

En définitive, l'acheminement des transports combinés sur le réseau européen de fait selon deux critères :

- celui du gabarit : il englobe et définit tous les types possibles de wagons, ainsi que les chargements, et tous les types de voitures voyageurs ressortissant aux gabarits concernés (GA, GB, GB1, GB2, GC) ;
- celui des codifications : il concerne uniquement des associations de wagons et de chargements, ayant, les uns et les autres, des caractéristiques bien spécifiques.

Si la méthode des gabarits est parfaitement adaptée à la sécurisation de passage de véhicules indéformables dont les caractéristiques sont établies une fois pour toutes, elle a l'inconvénient d'imposer des marges importantes pour pouvoir tenir compte de tous les types de circulations possibles.

La méthode des codifications, en revanche, indique les marges effectivement nécessaires aux chargements du transport combiné et eux seuls. Elle permet de dégager, à relativement peu de frais, par des rescindements relativement minimes et très localisés (au niveau des arêtes des UTI), des itinéraires d'acheminement de transport combiné spécifiques à une catégorie d'encombrement.

Du fait des disparités de gabarit, afin de tirer le meilleur parti des caractéristiques de débouché des réseaux ferrés les moins favorisés, et afin d'optimiser les possibilités d'acheminement, les entreprises ferroviaires et les sociétés opératrices réunies au sein d'Interunit, tiennent à jour les cartes européennes des lignes de feroutage relatives, d'une part aux codifications pour semi-remorques, et d'autre part à celle des caisses mobiles [INTERUNIT (1996)].

(b) Spécificités italiennes et françaises [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3 ; INTERUNIT (1996)].

Les FS ont privilégié la méthode des codifications, avec toute la souplesse mais aussi les restrictions en découlant. En revanche, la SNCF a privilégié la méthode du gabarit avec les inconvénients de sa quantification et de ses marges plus importantes (et des coûts de travaux supérieurs qu'elles entraînent).

Néanmoins, tout en poursuivant, au gré des travaux d'entretien, la mise au gabarit GB de ses lignes importantes et mise au gabarit GB1 de quelques itinéraires majeurs, la SNCF a ouvert des itinéraires de transport combiné à une codification correspondant à un gabarit intermédiaire entre le GA et le GB.

Le GB1 n'étant à ce jour dégagé que sur des sections de ligne ou des itinéraires trop courts pour intéresser le transport combiné international, le réseau SNCF offre donc à ce jour aux opérateurs de transport combiné trois différents niveaux de débouchés :

- C 22/341 & P 22/339 : lignes ouvertes au gabarit GA (l'ensemble du réseau à quelques exceptions près),
- C 32/349 & P 32/349 : lignes figurant à l'Avis Transport Exceptionnel (ATE) permanent n° 40/88-481032,
- C 45/360 & P 45/359 : lignes ouvertes au gabarit GB [lignes reprises à l'ATE 4000-481045].

A ces niveaux se surajoute celui, singulier, du franchissement du Fréjus (section Modane-Bardonnechia) où les administrations ferroviaires française et italienne n'ont pu dégager que la codification C 30/344 & P 30/341 [cf Encadré B2].

5.2. Principe de codification d'un transport d'une UTI [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3 ; Aa1-1]

(a) Catégorisation des lignes et des chargements]

Catégories de chargement

Aux fins d'assurer la sécurité d'acheminement des chargements, les administrations ferroviaires classent ces derniers en trois catégories :

- GI : chargement inscrit dans le gabarit international (PPI),
- GA : chargement dépassant le gabarit international, mais s'inscrivant dans le gabarit GA,
- TE : chargement dépassant le gabarit GA ; il s'agit d'un *transport exceptionnel*.

Ce classement reflète le fait que les gabarits PPI et au GA sont pratiquement dégagés sur la quasi-totalité des lignes ferroviaires européennes continentales, à l'encontre des gabarits supérieurs lesquels, sur la majorité des réseaux, ne sont dégagés que sur certaines lignes seulement [cf. 3.1.a.].

Niveaux de débouchés retenus sur le réseau SNCF

Ce cas est celui de la France où la SNCF s'est appliquée à dégager des gabarits plus généreux que le GA sur certaines lignes ou tronçons de lignes prioritaires. Les difficultés rencontrées pour ce faire ont conduit à traiter ces dernières en fonction de leur importance relative, et à retenir plusieurs niveaux de débouché pour l'acheminement du transport combiné, lesquels sont :

- P/C 22 : lignes ouvertes au gabarit GA ;
- P/C 32 : lignes figurant à l'Avis Transport Exceptionnel 40/88-481032 ;
- P/C 45 : lignes ouvertes au gabarit GB ;
- P/C 55 : lignes ouvertes au gabarit GB1.

(b) Pratique de la codification

Dimensions des unités de transport intermodal et caractéristiques des wagons porteurs [cf. Planche B5 *Caractéristiques de chargement autorisées selon gabarits et types de véhicules*], dictent l'appartenance d'un chargement à l'une des catégories précitées GI, GA ou TE, et, pour cette dernière catégorie, le niveau de débouché requis.

Cas de semi-remorques

Les semi-remorques routières sont transportées sur des wagons spéciaux à pont fixe ou à poches fixes porteurs du signe "P".

Le numéro technique "Pxx" figurant sur la plaque de codification permet de déterminer les dimensions de la semi-remorque ainsi que la catégorie de chargement :

- GI : P 00 à P 08
- GA : P 09 à P 22
- TE : P 23 et plus

Les semi-remorques dont le code est inférieur ou égal à P 22, chargées sur wagon P sont admises comme des transports ordinaires sur l'ensemble des réseaux continentaux.

Les semi-remorques ayant un numéro compris entre P 22 et P 32 sont acceptées sur les lignes couvertes par l'avis de transport exceptionnel (ATE) permanent n° 40/88-481032.

Cas de caisses mobiles

Le numéro technique "Cxxx" figurant sur la plaque de codification permet de déterminer les dimensions de la caisse mobile et, en fonction du wagon porteur, de définir la catégorie de chargement.

Les caisses mobiles de code inférieur ou égal à C 22 sont classées en catégorie GA. Chargées sur wagon C, elles sont admises comme transports ordinaires sur l'ensemble des réseaux. Les codes supérieurs ressortissent à la catégorie TE.

ENCADRÉ B1

Chronologie de l'évolution récente de la normalisation des gabarits

[FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3 (A4)]

1982

La SNCF prend en compte dans son développement en matière de transport combiné, l'évolution probable des chargements routiers. C'est ainsi qu'est défini le gabarit B, amplification du gabarit A. A cette époque, si le gabarit A est dégagé sur la grande majorité des lignes, il ne peut pas en être de même pour le gabarit B, plus "agressif" vis à vis des voûtes, et en particulier des tunnels.

Le gabarit B englobe les conteneurs 9' 6" et les semi-remorques routiers dont la hauteur de rives dépasse celle des remorques spécialisées de type Novatrans satisfaisant au gabarit A.

1983

La SNCF obtient un accord de financement auprès de la CEE pour l'amélioration des infrastructures et propose à l'Union internationale des chemins de fer (UIC) un projet de fiche internationale pour les gabarits A, B et C.

1986

La notion de gabarit B agrandi, B+ apparaît en France, sur une demande formulée par la Direction des transports terrestres du Ministère français en charge des transports. ce gabarit englobe les gabarits A et B et prend en compte l'augmentation prévisible des normes dimensionnelles de chargement.

1987

L'UIC officialise, par sa fiche F506, les trois gabarits proposés en 1983 sous les termes de gabarits GA, GB et GC.

1993

L'UIC officialise, par son troisième modificatif, à sa fiche F506, les gabarits GB1 (correspondant au GB +) et GB2 (répondant à des spécifications italiennes) établis sur la base de certaines exigences de trafic combiné, apparues à partir de 1989. [UIC/F506 (1996) - 3ème modificatif - 01.01.93]

ENCADRÉ B2

L'évolution des gabarits sur l'itinéraire fret franco-italien de Modane [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3 (A4)]

Un an après avoir défini le gabarit B, en 1983, la SNCF désigne l'axe Belgique-Italie (qui couvre l'itinéraire Ambérieu-Modane) parmi les itinéraires prioritaires à porter à ce gabarit.

A partir de 1984, tous les projets de travaux sur l'axe Ambérieu-Modane prennent en compte le gabarit B, en revanche, les chemins de fer italiens ne donnent aucune assurance en ce qui concerne leur réseau.

Ayant défini en 1986 le gabarit B+ dans la perspective de l'augmentation prévisible des normes dimensionnelles de chargement, la SNCF élabore en 1987 un programme échelonné de dégagements de gabarits sur Chambéry-Modane (GB à l'échéance 1990 et GB+ à l'échéance 1995).

En 1990, les chemins de fer italiens annoncent qu'il est dans leur priorité absolue de dégager le gabarit GB+ sur Turin-Modane ; cependant, l'importance des travaux à effectuer sur le parcours français pour y parvenir reporte à 2002 l'échéance de l'ouverture totale de la ligne à ce gabarit.

Dans le même temps, le projet annoncé de ligne nouvelle Lyon-Turin avec percement d'un tunnel de base, semble remettre en cause les travaux de mise à gabarit GB+.

En 1991, une étude complémentaire de la Direction de l'équipement de la SNCF révèle que le dégagement du gabarit GB+ (même à l'entraxe minimal de 3,34 m en alignement) conduirait à :

- un coût trop élevé,
- une date de mise en service trop éloignée (entre 2001 et 2003),
- l'impossibilité d'écouler le trafic à son niveau actuel pendant toute la durée des travaux
- l'impossibilité de faire circuler des trains supplémentaires jusqu'à la fin des travaux.

Les difficultés persistant pour le gabarit GB et l'entraxe normal, décision est prise le 23 janvier 1991 par la SNCF de :

- dégager le gabarit GB avec l'entraxe limite (3,34 m en alignement) entre Ambérieu et la frontière italienne à Modane,
- maintenir au GB les tunnels situés entre Ambérieu et St. Jean de Maurienne ; cependant, dans la perspective du percement du tunnel de base, le dégagement du gabarit GB+ pourra être envisagé à l'occasion de travaux de régénération ou de renouvellements importants.

Les chemins de fer italiens, informés de cette position, acceptent le 21 mai 1991, d'abandonner le projet GB+ et de ne retenir que le gabarit GB (codification 45).

Entre temps, il apparaît que, compte tenu du gabarit italien (qui présente une surlargeur de 5 cm par rapport aux gabarits internationaux [cf. § 3.2.a.]), l'entraxe minimal à prendre en compte pour permettre la circulation des motrices italiennes dans le tunnel de faîte (tunnel du Fréjus) serait de 3,47 m.

Les difficultés à surmonter pour la mise à ce gabarit de ce tunnel de faîte conduisent de ce fait les deux administrations à convenir, le 29.09.95, de n'y dégager que le contour de chargement P30/C30 (P/C30) et de retenir cette norme entre Modane et Turin.

RÉFÉRENCES

DEGENÈVE Gilles (1994)

Les souterrains ferroviaires français : un patrimoine à l'originalité méconnue

Revue de l'Association française des amis des chemins de fer ; n° 426 - 1994/3 ; pp. 4-12.

FS/PGOS – 126

Sagoma limite par il materiale mobile e per il carico dei carri

Prefazione Generale all'Orario di Servizio – Ministero dei Trasporto – Ferrovie dello Stato ; Edizione 1963, ristampa 1982 ; Art. 126, pp. 223-225.

FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3

Problématique des gabarits ferroviaires

11 pages + 4 sous-annexes (9 planches dont 3 en couleurs).

Annexe 3.1.3. de FS/RFF/SNCF (1998)

Etude d'amélioration d'écoulement du trafic fret franco-italien sur l'axe international Dijon-Modane-Turin
Rapport définitif (septembre 1998) [document provisoire]

Rapport (207 pages) complété par 34 annexes comportant de nombreux tableaux et planches.

HUET Jean (1992)

Le gabarit ferroviaire et le transport combiné

Revue Générale des Chemins de fer, Novembre 1992, pp. 25-29.

INTERUNIT (1996)

Lignes de feroutage en Europe, gabarits, terminaux

Interunit, Commission technique 1996 ; une carte couleurs recto-verso portant codifications pour caisses mobiles et semi-remorques de largeur 2,50 m et de largeur 2,51 à 2,60 m.

MENESSIER Alain (1997?)

Note sur les gabarits

SNCF - VPNI - Gabarits ; G7011/VPNI/AM ; 4 pages, 5 planches

SNCF/CL/VP/B468

Organisation de la surveillance du débouché des tunnels ferroviaires - Adaptation des ouvrages aux nouveaux gabarits de trafics marchandises

SNCF ; document référencé CL/VP/B468 ; 21 pages dont 13 planches couleur.

UIC/F506 (1996)

Règles pour l'application des gabarits agrandis GA, GB et GC

Union internationale des chemins de fer, Paris ; Code UIC, Fiche 506 OR, première édition 01.01.87, premier modificatif : 01.01.90 ; second modificatif : 01.01.91 ; troisième modificatif : 01.01.93 ; quatrième modificatif 01.01.96] ; 70 pages.

LISTE DES PLANCHES**Planche B1**

Evolution des gabarits de 1863 à 1994

Planche B2

Simulation de circulation de gabarit

Planche B3

Gabarits normalisés les plus courants en France

Planche B4

Gabarit minimum italien

Planche B5

Caractéristiques de chargement autorisées selon gabarits et types de véhicules

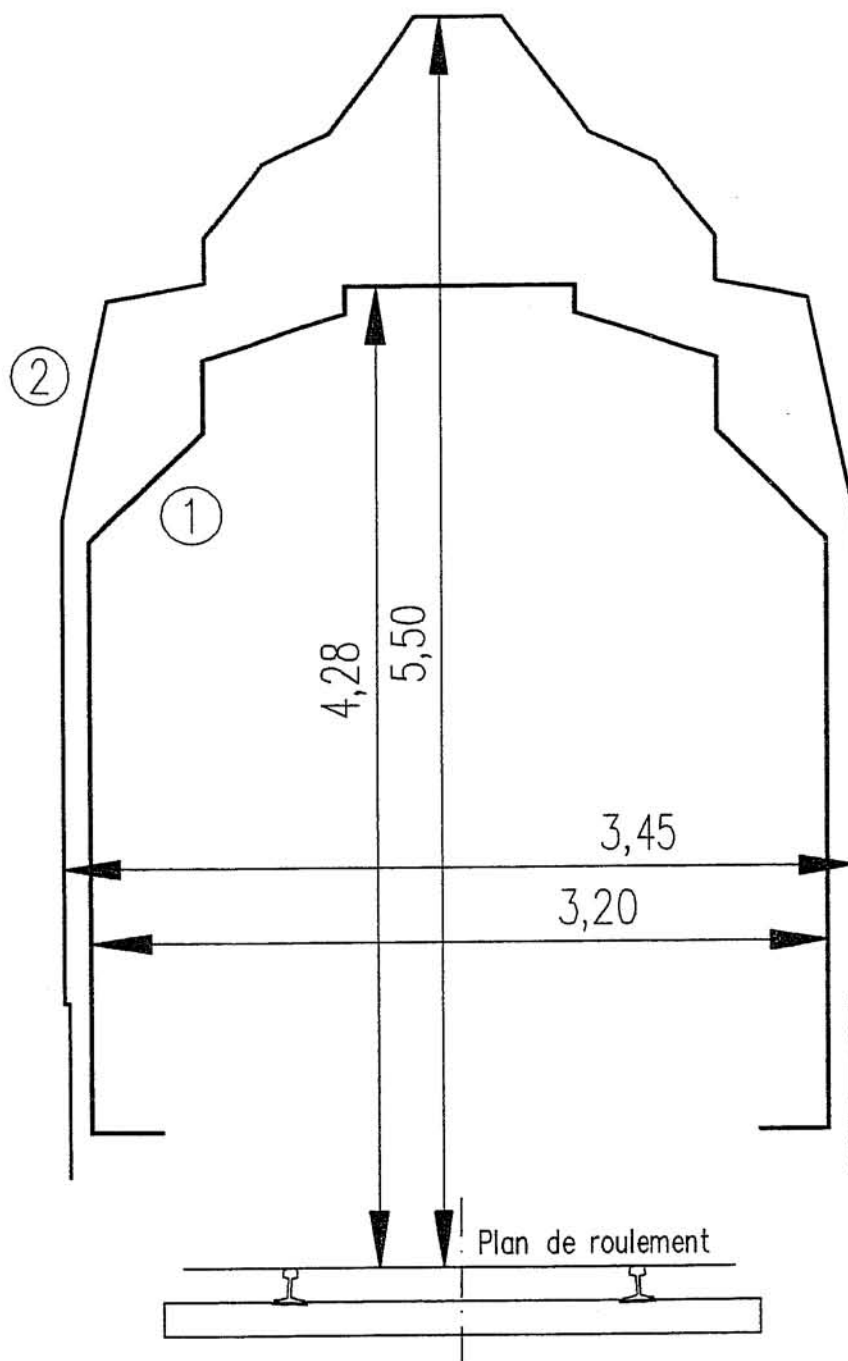


Planche B1

Evolution des gabarits de 1863 à 1994 [SNCF/CL/VP/B468]

(1) Gabarit des trains impériaux en 1863

(2) Gabarit GB1 UIC (B+ français) et d'isolement des pantographes et caténaire à courant 25 kV

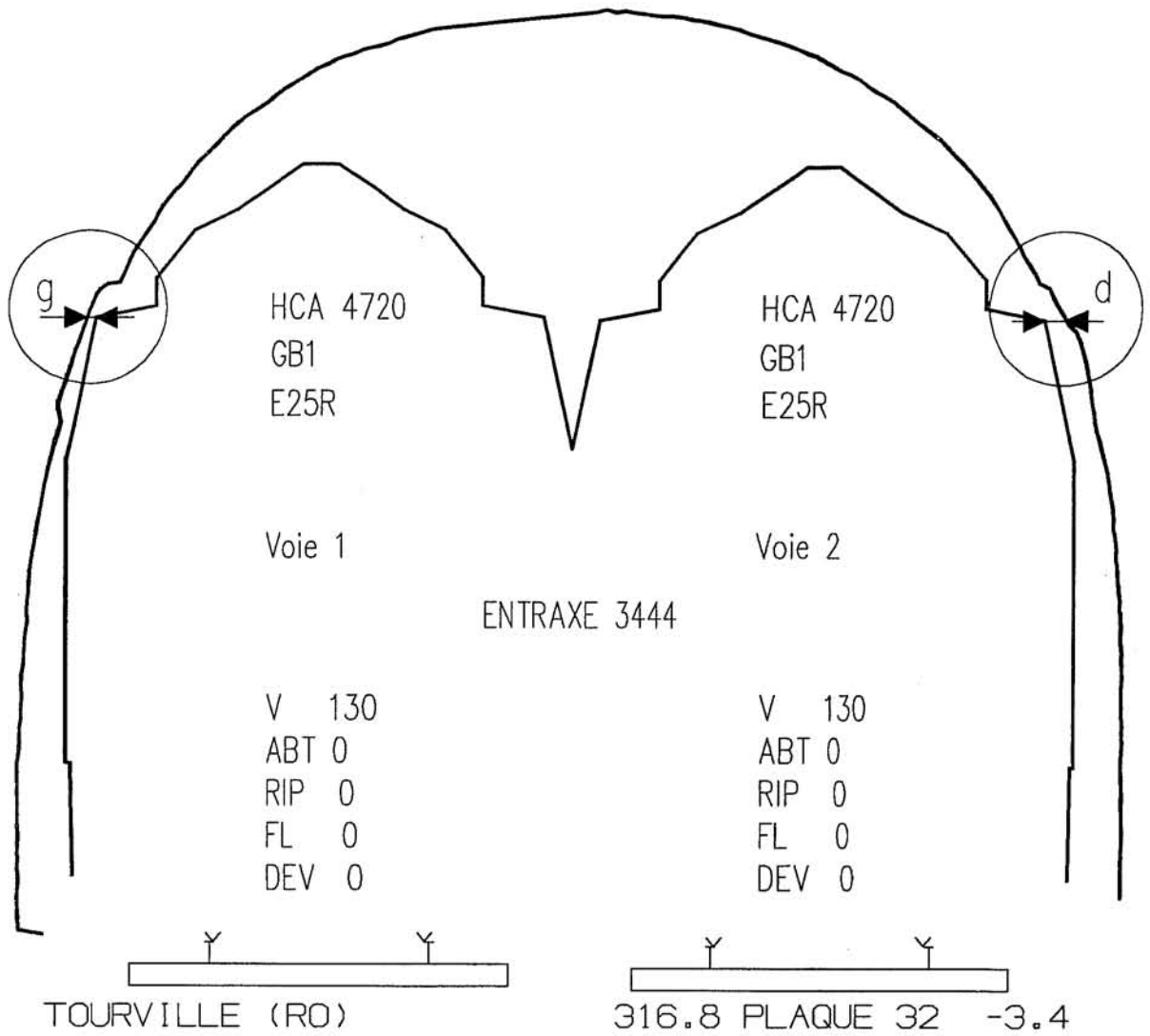


Planche B2

Simulation de circulation de gabarit [SNCF/CL/VP/B468]

Simulation de circulation du gabarit projeté, sur voie actuelle, et calcul de la distance la plus proche séparant le gabarit et le tunnel (tunnel de Tourville)

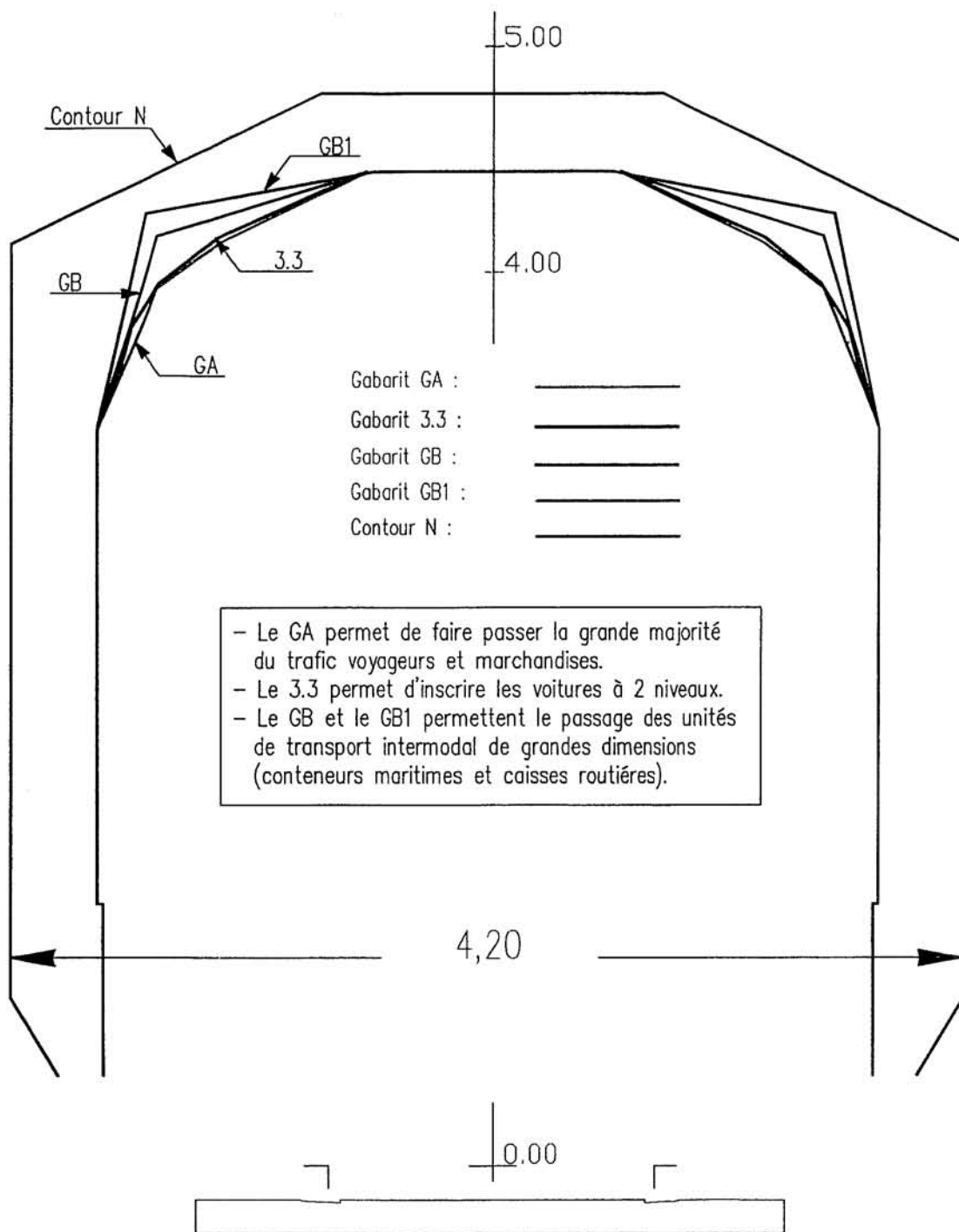


Planche B3

Gabarits normalisés les plus courants en France [SNCF/CL/VP/B468]

Observation : Par définition, tout obstacle qui engage le "Contour N" doit être identifié sur la fiche de débouché de la portion de ligne sur laquelle il est situé.

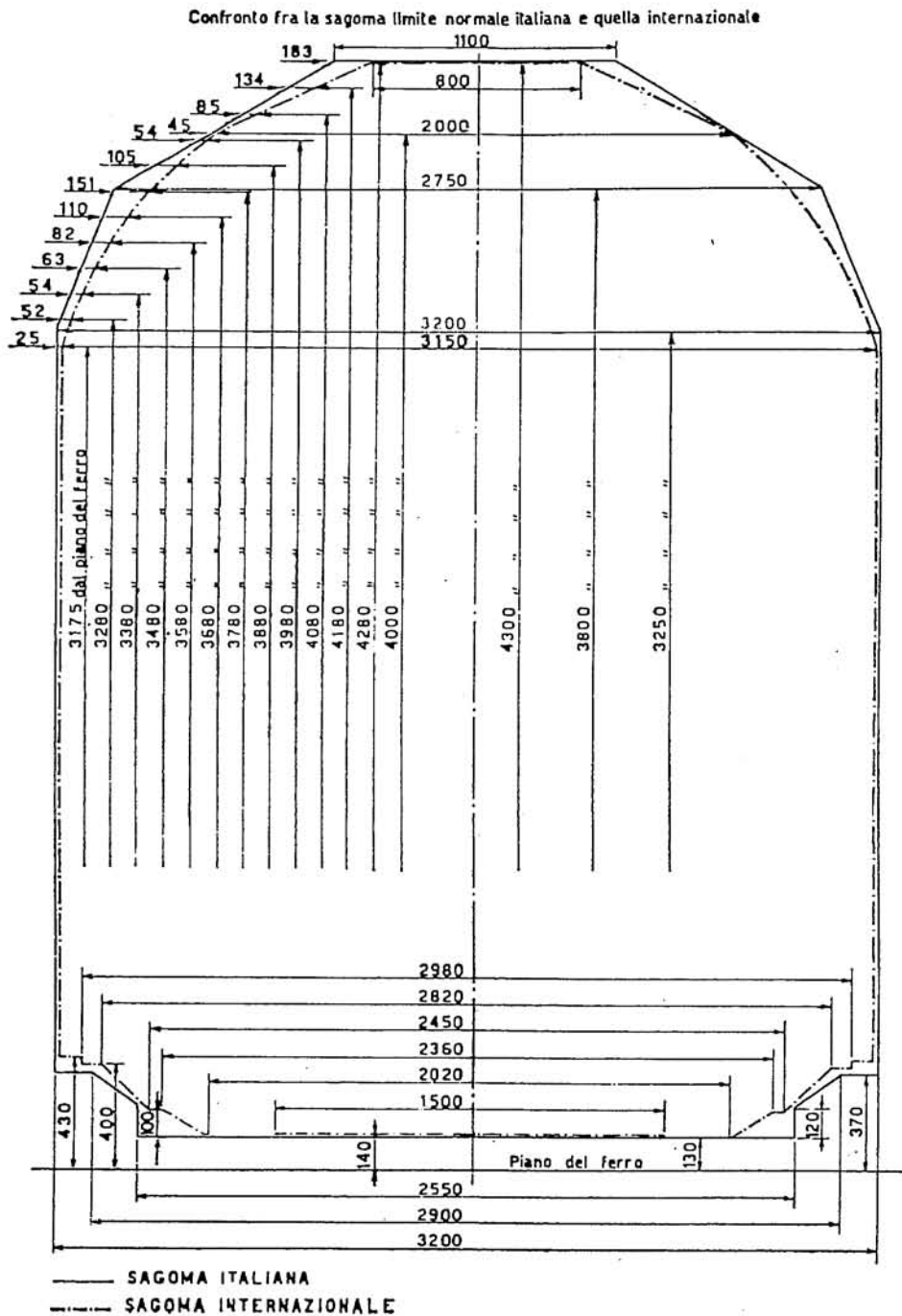


Planche B4

Gabarit minimum italien [Document FS/MT-GC/MR aimablement communiqué par Ing. Stefano GUIDI]
 Comparaison entre le gabarit limite normal italien (*sagoma limite normale italiana*) et le gabarit international [N.d.R. : ils'agit du "Passe partout international" (P.P.I.)]

CODIFICATIONS ET HAUTEURS DE CAISSES MOBILES ET DE CONTENEURS

Hauteur de Chargement	largeur UTI	Empattement du wagon : 13,50 m			Empattement du wagon : 15,00 m			Empattement du wagon : 16,00			
		Ligne C22	Ligne C32	Ligne C45	Ligne C22	Ligne C32	Ligne C45	Ligne C22	Ligne C32	Ligne C45	
1240 mm	2,44	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	
1175 mm	2,44	8' 6"	8' 6"	8' 6" HC	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6"	8' 6" HC	
	≤ 2,50 > 2,50	C22/2,67 m C341/2,56 m	C32/2,77 m C349/2,64 m	C45/2,90 m C360/2,75 m							
1110 mm	2,44	8' 6"	9' 6" HC	9' 6" HC	8' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	
	≤ 2,50 > 2,50	C28/2,73 m C347/2,62 m	C38/2,83 m C355/2,70 m	C51/2,96 m C375/2,90 m	C26/2,71 m C345/2,60 m	C36/2,81 m C353/2,68 m	C49/2,94 m C370/2,85 m	C22/2,77 m C341/2,56 m	C32/2,77 m C349/2,64 m	C45/2,90 m C360/2,75	
945 mm	2,44	9' 6"	9' 6" HC	9' 6" HC	8' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	9' 6"	
	2,6 ≤ 2,50 > 2,50	C45/2,90 m C360/2,75m	C55/3,00 m C372/2,87 m	8' 6" x 9' 6"SHC C68/3,13 m C385/3,00 m							
HC : High Cube (8' x 9'6")		SHC : Super High Cube (8' 6" x 9' 6")			8' = 2,44 m			8' 6" = 2,60 m			9' 6" = 2,90 m

CODIFICATIONS ET HAUTEURS DE SEMI-REMORQUES

Largeur	LIGNE AU GABARIT A		LIGNE CODIFIEE C32		LIGNE AU GABARIT B		LIGNE AU GABARIT B1 ou B+	
	P22	P339	P32	P349	P45	P359	P55	P380
≤ 2,55 m	=	3,52 m	=	3,62 m	=	3,75 m	=	3,85 m
> 2,55 m	=	3,39 m	=	3,49 m	=	3,59 m	=	3,80 m

Planche B5

Caractéristiques de chargement autorisées selon gabarits et types de véhicules [FS/RFF/SNCF (1998) - Annexe 3.1.3.]

C - COORDINATION ET COOPÉRATION EUROPÉENNES EN MATIÈRE DE TRANSPORT COMBINÉ

1. QUELQUES INSTITUTIONS ET ORGANISMES CONCERNÉS

Comité international de coordination du transport combiné rail-route (INTERUNIT)

Les entreprises ferroviaires européennes membres de l'UIC qui assurent en Europe des transports combinés en collaboration avec les sociétés opératrices membres de l'UIRR, avaient fondé l'association INTERUNIT. En élargissant cette dernière à d'autres opérateurs sous la forme de l'European Intermodal Association (E.I.A.), Interunit a pris la forme d'un Comité de coordination [INTERUNIT (1993)]. C'est une commission technique d'Interunit qui édite les cartes des lignes de feroutage renseignées en matière de codifications de chargement.

European Intermodal Association (E.I.A.)

[cf. Comité international de coordination du transport combiné rail-route (INTERUNIT)]

Groupe de travail du transport combiné de la CEE des Nations Unies

Ce groupe de travail dépendant du Comité des transports intérieurs de la Commission économique pour l'Europe (CEE) [Conseil économique et social des Nations Unies] a pour objectif la promotion du transport combiné et du transport multimodal.

Il réunit, à raison de deux sessions par an, les représentants des différents Etats de la CEE, des différentes organisations intergouvernementales (OSZhd, OTIF, CEMT), des organisations non-gouvernementales (EIA, IRU, BIC, ISO, UIC, UIRR) ainsi que quelques invités à l'initiative du Secrétariat [MOLINARI (1998)].

Intercontainer/Interfrigo (ICF) [Société internationale pour le développement du transport combiné et du transport sous température dirigée]

Intercontainer-Interfrigo (ICF), qui a son siège à Bâle (CH), est une compagnie multinationale constituée en 1993 par fusion de Interfrigo (fondée en 1949) et de Intercontainer (fondée en 1967) ; comme les sociétés dont elle est issue, ICF émane des administrations ferroviaires européennes au nombre desquelles CFF, CFL, DG-AB, FS, ÖBB, MAV, NS, PKP, RENFE, SNCB, SNCF.

Intercontainer-Interfrigo est un opérateur de transport combiné et de transport à température contrôlée dont les activités s'étendent sur l'ensemble du continent européen et qui dispose d'un important parc de matériel roulant (près de 6500 wagons spécialisés) et d'un réseau de terminaux et plateformes intermodales, lui permettant de gérer l'ensemble de la logistique du transport ferroviaire par le moyen de trains blocs, de navettes et de "hubs" [ICF/SI (1999)].

Union internationale des chemins de fer (UIC)

L'UIC a été fondée en 1922 à la suite de plusieurs conférences intergouvernementales dans le but d'unifier les conditions d'exploitation des chemins de fer. Elle est devenue aujourd'hui l'unique organisation de coopération des entreprises ferroviaires au plan mondial et son action s'étend à tous les domaines intéressant le développement du transport ferroviaire. L'UIC a son siège à Paris [UIC/VM (1998)].

L'UIC a pour mission de promouvoir la coopération entre les entreprises ferroviaires au plan mondial, de développer la cohérence d'ensemble du système ferroviaire et de renforcer son interopérabilité. Elle élabore des normes, prescriptions et recommandations, met en oeuvre des projets internationaux, conclut des accords avec les instances internationales et coordonne l'activités des institutions et groupements spécifiques au nombre desquels figurent notamment l'Institut Européen de Recherches Ferroviaires (ERRI) et la Communauté des Chemins de fer Européens (CCFE).

A l'UIC, le transport combiné relève de plusieurs départements (dont le Département Fret) et commissions.

Union internationale des sociétés de transport combiné rail-route (UIRR)

Fondée en 1970, l'UIRR, qui a son siège à Bruxelles, représente les opérateurs privés de transport combiné [au nombre de 15 (dont NOVATRANS pour la France, CEMAT pour l'Italie, HUPAC pour la Suisse) en 1997], implantés dans 17 pays européens, qui représentent à leur tour des milliers d'entreprises

de transport. La plupart des sociétés de l'UIRR ont été fondées par des transporteurs routiers et par des commissionnaires de transport [UIRR (1997)].

2. PROGRAMMES EN COURS

2.1. Définition d'un réseau ferroviaire de base pour le transport international combiné

(a) L'accord européen sur les grandes lignes de transport international combiné et les installations connexes (AGTC) [CH/CFS/M-92.048 (1992)]

Cet accord sur un plan directeur des grandes lignes de transport international combiné (AGTC) a été élaboré sous l'égide de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies (CEE/ONU) à Genève, qui regroupe l'ensemble des pays européens.

Cet accord, destiné à servir de guide en matière d'infrastructures ferroviaires, a été ouvert à la signature des Etats, d'avril 1991 à mars 1992 ; il était, à l'échéance, signé par 16 pays dont la France, l'Italie et la Suisse, et, au 31 décembre 1992, y adhéraient 21 Etats-membres de la CEE [UN/ECE/AGTC (1993)]

Dans le même esprit, la CEE/ONU avait antérieurement adopté :

- en novembre 1975, l'accord européen sur les grandes routes de trafic international (AGR) ;
- en mai 1985, l'accord européen sur les grandes lignes internationales de chemin de fer (AGC) [les spécifications techniques contenues dans cet accord reposent sur une philosophie de transports ferroviaires à grande vitesse (plus de 250 km/h)].

La ligne du littoral provençal et ligurien figure, à la fois dans cet accord AGTC et dans l'accord AGC, sous une même désignation, à savoir : C-E 90 pour les deux sections contigües [ibidem, annexe 1] :

- en France : (Port Bou) Cerbère-Narbonne-Tarascon-Marseille-Menton (-Ventimiglia),
- en Italie : (Menton-) Ventimiglia-Genova-Pisa-Livorno-Roma

C'est sous la dénomination C-E 70 que figure la totalité de l'itinéraire Paris - Dijon- Mâcon - Bourg - Modane - Torino - Milano - Verona - Venezia - Trieste, sa branche Lyon - Ambérieu portant la dénomination C-E 700.

(b) Paramètres d'infrastructure requis pour les lignes du réseau AGTC [CH/CFS/M-92.048 (1992) - Annexe III]

Deux grandes catégories de lignes sont distinguées :

- (a) les lignes *existantes*, susceptibles d'être améliorées le cas échéant ; du fait des difficultés à en modifier les caractéristiques, géométriques notamment, les exigences à leur égard sont modérées ;
- (b) les lignes (ou sections de lignes) *nouvelles*, à construire.

Parmi les objectifs communs à atteindre mentionnons :

- vitesse de base : 120 km/h
- charges par essieu : 22,5 T à 100 km/h et 20 T à 120 km/h.

Ces objectifs diffèrent en ce qui concerne :

- les gabarits de chargement de véhicules, à savoir UIC "B" pour les lignes anciennes et UIC "C1" pour les lignes nouvelles ;
- l'entraxe des voies : 4,0 m pour les anciennes et 4,2 m pour les nouvelles (simple recommandation) ;
- les déclivités maximales, limitées à 12 mm/m pour les nouvelles.

(c) Etat de la situation sur les lignes du réseau AGTC [UN/ECE/AGTC (1993)]

L'accord AGTC est mis en oeuvre par un Groupe de travail sur le transport combiné qui s'est fixé notamment pour objectif la mise à jour d'un inventaire des états des infrastructures et des services en regard des normes et paramètres minimaux prescrits dans l'accord AGTC.

Cet inventaire se réfère aux caractéristiques suivantes d'infrastructures et performances de ligne à atteindre à court terme ["minimum standard (at present)"] (CT) et à long terme ["Target value"] (LT), le long terme rejoignant les caractéristiques exigées présentement d'une ligne nouvelle.

Paramètres d'infrastructure

- nombre de voies : LT : 2 voies pour lignes nouvelles
- gabarit de chargement : CT : UIC B (GB) ; LT : UIC C1 (GC)

- vitesse nominale minimale : CT : 100 km/h ; LT : 120 km/h
- charge par essieu autorisée : CT : 20 t ; LT : 22,5 t à 100km/h et 20 t à 120 km/h
- longueur des voies d'évitement : CT : 600 m ; LT : 750 m
- goulots d'étranglement : LT : exceptionnels

Paramètres de performance

- longueur maximale des trains : CT : 600 m ; LT : 750 m
- charge maximale des trains : CT : 1200 t ; LT : 1500 t
- charge maximale par essieu (wagons) : CT : 20 t ; LT : 22,5 t à 100km/h et 20 t à 120 km/h
- vitesse d'exploitation : CT : 100 km/h ; LT : 120 km/h
- niveau de priorité : haute priorité
- trains ou rames blocs : fréquents

Normes pour installations terminales

- temps moyen de formation d'un train : 60 minutes maximum
- temps moyen d'attente de chargement d'un camion : maximum 20 minutes
- accessibilités par route et par rail : bonnes.

Cet inventaire est dressé sous la forme d'un "Livre jaune" dont un premier état a été publié en 1993 [UN/ECE/AGTC (1993)] et dont la nouvelle version est en cours d'édition.

2.2. Projets d'infrastructures ferroviaires à financement européen [BATISSE (1997/1)]

En décembre 1994, à Essen, ont été fixés comme priorité de l'Union européenne, quatorze projets de réseaux de transport, dont dix ferroviaires.

Parmi ces derniers projets, les projets spécifiquement fret et transport combiné sont les suivants :

- *Projet n°1* : axe à grande vitesse et transport combiné nord-sud "Berlin-Nüremberg" et "München-Verona" (dont le tunnel de Brenner) [coûts : respectivement 9500 et 12400 Millions d'ECU] ;
- *Projet n°5* : ligne "Betuwe" (Rotterdam-frontière allemande), spécialisée pour le transport combiné [coût : 4020 M ECU] ;
- *Projet n°6* : ligne grande vitesse et transport combiné France-Italie (Lyon-Torino-Milano-Venezia-Trieste) [Lyon-Torino (2002) : 4020 M ECU ; Torino-Milano (2002) et Milano-Venezia (2003) : 4700 M ECU].

Les projets de priorité 2, 3 et 4 sont des projets de trains à grande vitesse. Les projets spécifiquement routiers ont été classés en rangs 7, 8 et 13.

2.3. Programmes de recherches communautaires (PACT) [BATISSE (1997/2)]

Un premier programme quinquennal d'actions pilotes pour le transport combiné "Pilot actions of combined transport" (PACT), pour un montant de 16 millions d'ECU, a été lancé en 1992 par la Commission européenne. Il se situait sur seize grands axes européens.

Ainsi, le projet de l'axe n°11 München-Verona a débouché sur un trafic bi-modal de "RoadRailers" avec 45 engins d'abord, de 130 ensuite, et de 450 dans l'avenir, tandis que le projet de l'axe n°3 "Le Havre-Wien" a prévu l'identification automatique des conteneurs, caisses mobiles et semi-remorques de deux trains par semaine, afin d'informer le transporteur et le client en temps réel sur la position des unités intermodales.

Le programme PACT suivant (1997-2001) avait été annoncé comme devant doubler.

3. FRET ET TRANSPORT COMBINÉ – CONJECTURES

En France, les fortes croissances observées dès 1996 et surtout en 1997 semblaient avoir résolument mis fin au déclin relatif du fret ferroviaire [VDR/Fret (1998)]. La stagnation réapparue en 1998 pour le fret traditionnel et le transport combiné (lequel affichait auparavant un taux de croissance à deux chiffres) a, dès la fin de l'année 1998, relancé les conjectures sur les moyens à mettre en œuvre pour promouvoir le fret ferroviaire et juguler la croissance persistante du trafic routier à longue distance [TOUBOL (1998)].

Ces résultats médiocres ne seraient pas totalement imputables aux troubles sociaux ayant alors affecté les acheminements, ils exprimeraient à la fois une crise de croissance imputable à l'insuffisance des moyens de traction et à l'engorgement des couloirs ferroviaires, mais aussi des handicaps structurels du fer en économie de marché [cf. Cahier C1A].

Cette problématique sera examinée dans un prochain rapport du Conseil économique et social [GUIGONIS (1999)]. Pour leur part les administrations ferroviaires adoptent des dispositions et élaborent

des projets pour surmonter les difficultés récemment rencontrées et accroître le trafic et notamment le trafic international [BUSSOLO, TOUBOL (1999) ; DI VELO (1999) ; TOUBOL (1999)].

RÉFÉRENCES

BATISSE François (1997/1)

Les projets de réseaux transeuropéens

[encadré de l'étude intitulée "Hors la grande vitesse et la Chine, la construction de voies ferrées est en baisse"]

Revue Générale des Chemins de Fer, n° 1 Janvier 1997, pp. 29-44.

BATISSE François (1997/2)

Le programme "Pilot actions of combined transport" (PACT)

[in Des transports combinés à l'échelle d'un continent]

Revue Générale des Chemins de Fer, n° 3 Mars 1997, page 50.

BUSSOLO Maurizio, TOUBOL Armand (1999)

Collaborare per competere

Fermerci ; Ferrovie dello Stato ; Anno XX, n° 1, Gennaio-Febraio 1999, pp. 10-15.

Dialogue entre le directeur de l'ASA Logistica Integrata (Division fret des FS) et le directeur du fret SNCF.

CEMT/CM(98)14 (1998)

Rapport sur la situation actuelle du transport combiné en Europe

Conférence européenne des ministres des transports - Conseil des ministres ; CEMT/CM(98)14 ; 65102 - Ta. 6840 - 02.04.98 - 04.0598 ; Or. Fra. ; 164 pages.

CH/CFS/M-92.047 (1992)

Message relatif à l'accord sur le transit conclu entre la Communauté européenne et la Suisse, ainsi que sur l'accord trilatéral entre la République fédérale d'Allemagne, la Suisse et l'Italie sur le trafic combiné rail/route, du 13 mai 1992.

A une analyse approfondie des raisons ayant motivé ces accords (27 pages et 2 planches) sont adjoints les textes des accords ainsi que plusieurs annexes, dont celles relatives aux travaux d'infrastructure planifiés en Suisse et dans la Communauté et celle portant sur les exemptions à la réglementation suisse en matière de transport routier.

Conseil fédéral suisse, 1992 - 233, 59 pages.

COM(97)243 (1997)

Intermodalité et transport intermodal de marchandises dans l'Union européenne

Une logique de systèmes pour le transport des marchandises - Stratégies et actions visant à promouvoir l'efficacité, les services et le développement durable.

COM(97) 283 final ; Bruxelles, 29.05.1997 ; CB-CO-97-261-FR-C ; ISBN 92-78-20759-4 - ISSN 0254-1491 ; 26 pages.

DI VELO Valerio (1999)

Le strategie dell'ASA Logistica Integrata : il "progetto" merci e logistica

Fermerci ; Ferrovie dello Stato ; Anno XX, n° 2, Marzo-Aprile 1999, pp. 6-15.

Présentation du projet "Marchandises et logistique" des chemins de fer italiens auquel est consacré l'ensemble l'ensemble du numéro de la Revue.

GUIGONIS Hubert (1999)

Pour une politique intermodale : le transport combiné

République Française ; Rapport du Conseil économique et social ; les Editions du Journal Officiel, n° 41199 0006.

ICF/SI (1999)

Intercontainer-Interfrigo ; Site Internet "icfonline" & extraits du Rapport annuel 1998 (en préparation)

INTERUNIT (1993)

Comité international de coordination du transport combiné rail-route
Statuts ; 29.09.1993 ; 6 pages.

MOLINARI Jacques (1998)

Le transport combiné dans le contexte de la Convention alpine
Nations Unies ; Commission économique pour l'Europe ; Comité des transports intérieurs ; Groupe de travail du transport combiné, 29^{ème} session, 30-31 mars 1998, Document de séance n° 3, 10 pages, [Réf.wp24\inf\9803-gir.003].

TOUBOL Armand (1998)

Combiné : les raisons d'un échec, un entretien avec Armand Toubol (propos recueillis par François Dumont et Marc Lomazzi)
La Vie du Rail et des Transports, n° 57, 25 novembre 1998, pp. 4-6.

UIC/VM (1998)

Vademecum 1998
Union internationale des chemins de fer, Paris ; in quarto, 152 pages.

UIRR (1997)

"Freeways" de fret : le point de vue des opérateurs de TC
Prise de position de l'Union internationale des sociétés de transport combiné rail-route ; UIRR, septembre 1997 ; 20 pages.

UN/ECE/AGTC (1993)

Accord européen sur les grandes lignes de transport international combiné et les installations connexes (AGTC) - Inventory of existing AGTC standards and parameters prepared by the UN/ECE Working party on Combined Transport
United Nations Economic Commission for Europe (UN/ECE), Nations Unies Genève ; GE.93-22722, août 1993, 125 pages.

VDR/Fret (1998)

Fret – Les nouveaux atouts du rail en Europe
La Vie du Rail et des Transports ; Hors série (bilingue français-anglais), mars 1998, 97 pages.
