

LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES : RECOMMANDATIONS DE L'UIC ET RÉGLEMENTATIONS EUROPÉENNES ACTUELLES

par Martin MUNCKE, Ingénieur civil,
Union internationale des Chemins de Fer (UIC),
Commission Infrastructure,
Président du panel d'experts en structures,
Membre du groupe de travail STI « Sécurité dans les
tunnels ferroviaires » de l'AEIF (Association
européenne pour l'interopérabilité ferroviaire)
Deutsche BAHN AG, Chef du Département de génie
civil, Francfort-sur-le-Main

et Peter ZUBER, ingénieur civil ETH,
Ancien conseiller principal, secteurs génie civil
et sécurité, département Infrastructure de l'UIC

INTRODUCTION

A la suite des incendies survenus dans des tunnels routiers entre 1999 et 2001, l'Union internationale des Chemins de Fer (UIC) a décidé de mener de nouvelles réflexions sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires.

Les tunnels ferroviaires sont des lieux relativement sûrs. Les risques pour les passagers et le personnel des trains sont moins importants dans les tunnels que dans le reste du réseau ferré car la plupart des causes d'accidents, telles que les collisions aux passages à niveau, les collisions avec des obstacles sur la voie (voitures, arbres, etc.) ou avec des trains de manœuvre, ainsi que les déraillements dus à des phénomènes naturels (inondations, avalanches) sont inexistantes dans les tunnels. Il peut survenir fondamentalement trois types d'accidents dans les tunnels : les déraillements, les collisions de trains et les incendies.

SAFETY IN RAILWAY TUNNELS: CURRENT UIC RECOMMENDATIONS AND EUROPEAN REGULATIONS

by Dipl.-Ing. Martin MUNCKE,
Union international de Chemin de fer (UIC),
Infrastructure Commission,
Chairman of the Panel of Structural Experts,
Member of TSI working group "Safety in Railway
Tunnels" of AEIF (Association Européen
d'Interopérabilité Ferroviaire),
Deutsche BAHN AG, Head of Civil Engineering
Department, Frankfurt am Main

and Dipl.-Ing. ETH Peter ZUBER,
former Senior Adviser Civil Engineering and Safety
Sectors, UIC Infrastructure Department, Paris

INTRODUCTION

After the fire accidents in road tunnels within the years 1999 to 2001 the International Union of Railways (UIC – Union International de Chemin de fer) decided to carry out additional examinations for the safety in railway tunnels.

Railway tunnels are relatively safe places. The risks for passengers and train crews are lower in tunnels than on the rest of the railway network because many of the causes of accidents, such as collisions at level crossings, collisions with obstacles on the track (cars, trees, etc.) or with shunting trains, and derailments owing to natural phenomena (e.g. flooding, avalanches) are non-existent in tunnels. Basically, three types of accidents can occur in tunnels: derailments, train collisions and fires.

LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES

Pour les raisons mentionnées, et parce que l'exploitation est plus simple, la fréquence des accidents par train-kilomètre est inférieure dans les tunnels à celle constatée sur les voies à l'air libre. En revanche, l'évacuation et l'organisation des secours sont plus difficiles. Enfin, la différence la plus importante par rapport aux voies ferrées à l'air libre est l'espace confiné du tunnel dans lequel un incendie, qui ailleurs pourrait être facile à gérer, peut devenir catastrophique.

Cet article présente les réglementations actuelles en matière de sécurité dans les tunnels ferroviaires.

For the above-mentioned reasons and because operation is simpler, accidents in tunnels occur less frequently per train-kilometre than outside tracks. However, evacuation and rescue are more difficult in tunnels. And the most relevant difference by comparison with tracks in the outside is the confined space of a tunnel, in which a fire that could be a manageable incident elsewhere can prove to be catastrophic.

The following contribution introduces the current regulations for safety in railway tunnels.

GÉNÉRALITÉS

Un système de transport ferroviaire comprend non seulement les infrastructures elles-mêmes, mais aussi l'exploitation de ces infrastructures et le matériel roulant. Ces trois composantes doivent être prises en compte dans tout examen de la sécurité, car elles sont en interaction permanente les unes avec les autres. Tout changement survenant sur l'une d'elles influe également sur au moins une des deux autres.

L'analyse de l'état des risques pour les tunnels ferroviaires montre que le risque est sensiblement inférieur dans les tunnels ferroviaires que dans l'ensemble du réseau ferré.

GENERAL

The railway system includes not only the infrastructure itself but also the operation on this infrastructure and the rolling stock of the operators. For this reason all three parts must be taken into account at any examination of the safety because they are in a permanent interaction between each other. Alterations of one part always have effects on at least one of the two others, too.

The analysis of the risk situation for railway tunnels shows that the risk is substantially lower in railway tunnels than in the complete railway network.

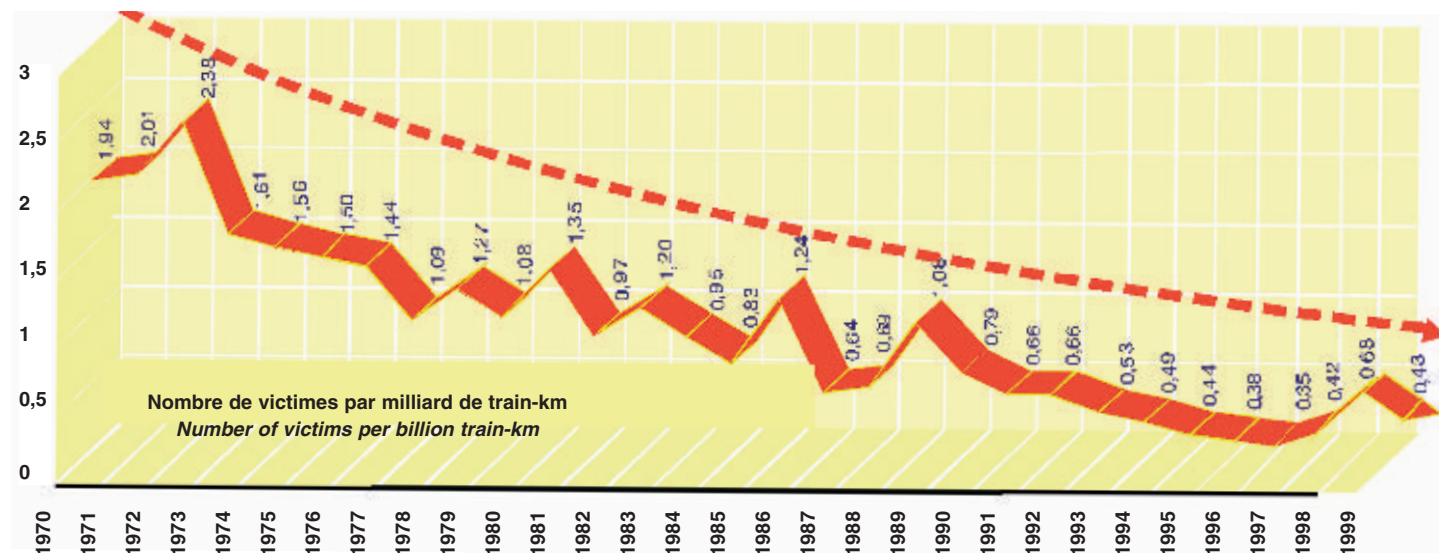


Figure 1

Nombre de morts dans des accidents ferroviaires par milliard de kilomètres (pkm) – Tendence à long terme de la sécurité ferroviaire
Number of victims in railway accidents per billion kilometres (pkm) – Long-term trend of railway safety

Parmi les risques possibles dans les tunnels ferroviaires, nous avons cité le déraillement, la collision ou l'incendie. Ce dernier est considéré comme un risque majeur, en raison de l'aversion qu'il suscite. De manière générale, la sécurité du trafic ferroviaire s'est améliorée dans les dernières décennies (Figure 1).

As possible risks in railway tunnels were named derailment or collision or fire in which fire is regarded as a main risk due to the aversion. In general, the safety situation with railway traffic improved during the last decades (Figure 1).

RÉGLEMENTATION ET BROCHURE DE L'UIC

En 1991, l'UIC a publié une première recommandation sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires.

En 2001, un groupe de travail de l'UIC, composé de 14 gestionnaires et exploitants d'infrastructures ferroviaires, réunissant l'expérience de la plupart des experts européens en tunnels ferroviaires, a élaboré, avec le soutien d'un bureau d'études suisse, une nouvelle brochure (code UIC 779-9) sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires.

Ces recommandations pour améliorer la sécurité dans les tunnels ferroviaires reflètent les bonnes pratiques actuelles et couvrent les domaines des infrastructures, du matériel roulant et de l'exploitation :

- tunnels ferroviaires, à l'exception des gares souterraines et des infrastructures ferroviaires souterraines de banlieue ;
- tunnels d'une longueur comprise entre 1 et 15 kilomètres. Pour les tunnels d'une longueur supérieure, d'autres suggestions ont été formulées. Elles sont résumées dans une annexe de la brochure ;
- tunnels pour lignes électrifiées et non électrifiées ;
- voie normale ;
- trafic mixte ;
- pas de navette camions ;
- pas de tunnel sous la mer.

PRIORITÉS

Les compagnies de chemin de fer ont convenu des priorités suivantes (Figure. 2) :

1. Prévention
2. Atténuation
3. Évacuation
4. Secours

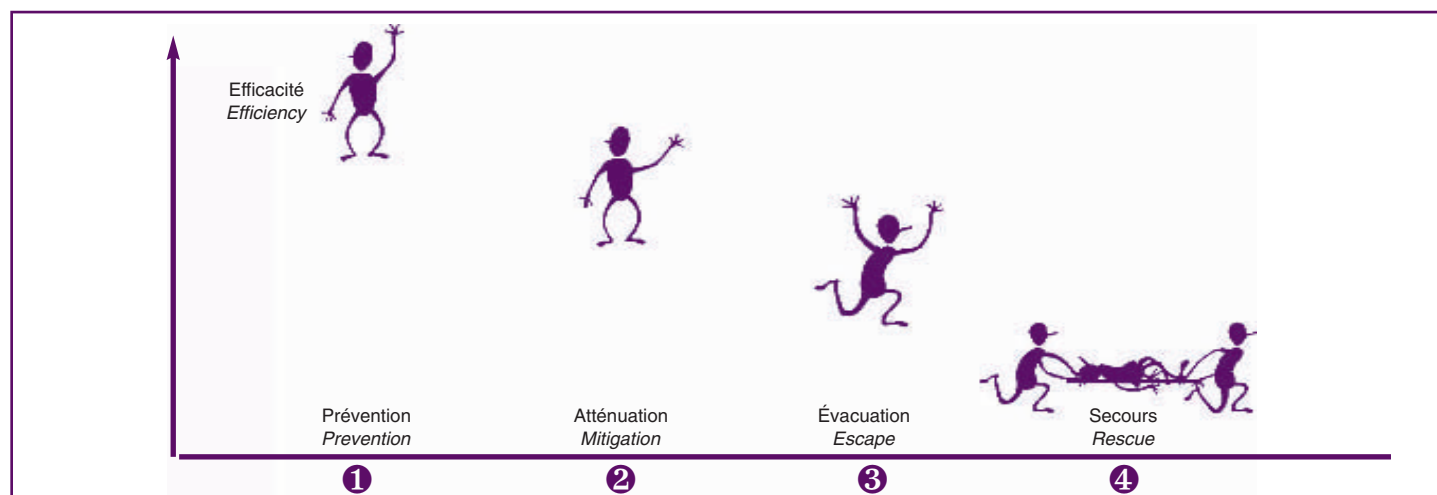


Figure 2
Priorités

UIC REGULATION UIC LEAFLET

In 1991 the UIC published a first recommendation for safety in railway tunnels.

In 2001 a UIC working party made up of 14 railway infrastructure managers and operators combining the experience of most European railway tunnel experts, produced with the support of a Swiss engineering office a new leaflet (UIC Code 779-9) on safety in railway tunnels.

These recommendations for measures to increase the safety in railway tunnels, reflect current best practice and cover the fields of infrastructure, rolling stock and operations:

- railway tunnels with the exception of underground stations and underground suburban train infrastructure;
- tunnel length between 1 and about 15 kilometres. For very long tunnels beyond this limit also additional suggestions were made which were summarised in an appendix to the leaflet;
- tunnels for electrified and not electrified lines;
- standard gauge;
- mixed traffic;
- no lorry shuttle traffic;
- no tunnel under the sea.

PRIORITIES

Railways agreed on the following priorities (Figure 2):

1. Prevention
2. Mitigation
3. Escape
4. Rescue

Figure 2
Priorities

LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES

Cet ordre reflète un degré décroissant d'efficacité, notamment dans le cas d'un incendie.

Mieux vaut prévenir que guérir : le point fort du train est la sécurité du système technique ferroviaire. Les trains sont guidés par des rails. Les intervalles entre les trains sont contrôlés par le système de signalisation afin d'éviter les collisions. Le matériel roulant moderne est moins inflammable. Les conducteurs et le personnel sont formés pour assurer la sécurité de leurs trains et organiser l'évacuation en cas d'incident. Ces caractéristiques et d'autres encore peuvent expliquer le risque d'accident relativement faible dans les tunnels ferroviaires.

MESURES INDIVIDUELLES

Nous indiquons ci-dessous, à titre d'exemple, certaines mesures types à prendre en compte dans tout projet. Chacune d'elle est décrite dans la brochure de l'UIC, en termes de rentabilité, accompagnée des règles d'application.

La **radio ferroviaire** établit un lien entre le personnel du train, le centre d'exploitation et les passagers pour la diffusion d'informations importantes (par exemple, communications entre le personnel du train, le centre d'exploitation et les passagers en cas d'arrêt d'urgence). S'il se produit un accident, le personnel du train peut informer rapidement le centre d'exploitation, qui alertera les services de secours et arrêtera les autres trains.

Elle est essentiellement utilisée à des fins d'exploitation (fonction principale). Pour cela, des installations fixes dans le tunnel et des équipements dans les trains (y compris les voitures de voyageurs) sont nécessaires.

Les **issues de secours** dans les tunnels sont nécessaires à la fois pour l'évacuation, et les secours. Une balustrade est installée le long du piédroit et autour des obstacles. Les issues et le sens d'évacuation sont signalisés par des pictogrammes.

La hauteur optimale au-dessus de la voie d'une issue de secours dépend de la situation (espace latéral au train, type d'intervention, géométrie générale du tunnel). Il est impossible de donner une spécification générale concernant la hauteur de l'issue de secours. En revanche, la largeur minimale doit être supérieure à 70 cm et la largeur optimale est de 120 cm.

Dans les tunnels à double voie, des issues de secours doivent être aménagées des deux côtés. Elles doivent être équipées d'un revêtement dur et uni. De manière générale, elles doivent être, si possible, parfaitement dégagées.

Les panneaux, placés près des feux de détresse, doivent indiquer la direction et les distances jusqu'aux issues de secours les plus proches dans les deux sens.

La **mise à la terre** de la caténaire doit être possible dans tout le tunnel. Elle doit être assurée à l'aide de contrôleurs d'alimentation aux têtes du tunnel et aux sorties de secours.

This order reflects a decreasing degree of effectiveness, especially in the event of a fire.

Prevention is better than cure: the strength of the railways is the safety of the rail technical system. Trains are guided by rails. Train intervals are controlled by the signalling system in order to prevent collisions. Modern rolling stock is less likely to catch fire. Train drivers and crews are trained to ensure the safety of their trains and to lead the evacuation of a train in an incident. These and other features can explain the relatively low risk of an accident in rail tunnels.

INDIVIDUAL MEASURES

As an example some standard measures which should be taken into account for every design are shown below. Each measure be taken into account is described in the UIC leaflet in terms of its cost effectiveness and is accompanied by application rules.

The **train radio** establishes a link between the train personnel, the operation centre and the passengers in the coach for the communication of important information (e.g. instructions between train personnel and operation centre and to passengers in case of an emergency stop). In the case of an accident the train personnel can quickly inform the operation centre to alert the rescue services and to stop other trains.

It is primarily used for operational purposes (main aspect). To this also fixed installations in the tunnel and the equipment of the trains are necessary (including the passenger coaches).

Escape routes in tunnels are necessary to ensure both escape and rescue. Handrails are included along the tunnel wall and around obstacles. The escape route and the escape direction is signalled with pictographs.

The optimal elevation of an escape route above rail depends on the local situation (space aside the train; intervention concept, general geometry of the tunnel). A general specification for the elevation of the escape route cannot be given. The minimum width should be more than 70 cm, 120 cm would be optimal.

In double-track tunnels escape routes shall be arranged on both sides. They should have hard and even surfaces, generally without obstacles if possible.

The signals have to be put near the emergency light with detail of the escape direction and distances to the next emergency exits in both directions.

The **earthing** of the overhead power line must be possible for the complete tunnel. They have to be arranged including power testers at the tunnel portals and the emergency exits.

Les équipes de secours ne peuvent pas entrer dans le tunnel tant que la caténaire est sous tension. L'alimentation doit être coupée par la compagnie de chemin de fer.

Si la mise à la terre est confiée aux brigades de pompiers, elle doit être effectuée en suivant des règles et des procédures strictes. Seules les personnes formées pour cette opération doivent en être chargées.

Les **installations radio** doivent assurer une liaison sans fil entre les services de secours, le centre d'exploitation et le personnel de la compagnie (fréquences réservées aux services de secours). Élément essentiel dans l'organisation des secours, elles doivent être fiables et redondantes.

Les téléphones mobiles ne sont pas une solution de rechange car ils peuvent tomber rapidement en panne en cas d'incident (par saturation).

Rescue teams cannot enter the tunnel as long as the overhead power line is active. It must be switched off by the railway company.

If the earthing shall be executed by the fire brigade, strict rules and processes are to be followed. Only trained persons shall be entrusted with earthing.

Radio facilities have to guarantee a wireless link between rescue services, operation centre and railway staff (reserved frequencies for rescue services). This is a vital element for the rescue and must be reliable and redundant.

Mobile telephones are no alternative because they may fail quickly in the event case (by overload).

CONCLUSIONS

La meilleure sécurité possible est le résultat d'une combinaison optimale de mesures dans tous les domaines : infrastructures, matériel roulant, exploitation. Les mesures adoptées dans un tunnel déterminé doivent être soigneusement choisies en suivant la liste proposée par l'UIC, leur mise en œuvre comme une recette particulière pourrait entraîner des dépenses inutiles. Cela paraît évident lorsqu'on examine les tunnels existants, sur lesquels il est souvent impossible d'effectuer des changements structurels à des coûts raisonnables ; la meilleure façon d'améliorer la sécurité est de moderniser le matériel roulant et les mesures d'exploitation.

De tels programmes ont déjà été entrepris dans presque tous les pays possédant des tunnels anciens. L'Autriche, la France, l'Allemagne et la Suisse ont mis sur pied des programmes spécifiques, dotés de plusieurs millions d'euros, pour améliorer leurs tunnels autant que possible.

SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES D'INTEROPÉRABILITÉ (STI) SUR « LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES »

La Commission européenne a élaboré une directive sur la sécurité dans les tunnels routiers et a demandé la rédaction de spécifications techniques d'interopérabilité (STI) sur la sécurité dans les tunnels ferroviaires, pour 2005.

Ce mandat de la Commission européenne a été confié à l'AEIF (Association européenne pour l'interopérabilité ferroviaire), organisme représentatif mixte réunissant des représentants des gestionnaires d'infrastructures, des compagnies de chemin de fer et des industriels.

L'AEIF doit donc soumettre un avant-projet de STI sur « la sécurité dans les tunnels ferroviaires » d'ici 2005. Il

CONCLUSIONS

Safety on the highest possible level is the result of an optimal combination of measures in all domains: infrastructure, rolling stock, operations. The measures applied in a specific tunnel should be carefully selected according to the list proposed by UIC; implementing all of them in a recipe-like manner could be a waste of money. This becomes obvious when considering existing tunnels, where structural changes are often impossible at reasonable costs; safety can be improved best by updating the rolling stock and operational measures.

Such programmes have already been initiated by almost all countries with older existing tunnels. Austria, France, Germany, and Switzerland have established special programmes spending millions of Euro to improve their tunnels as far as possible.

TECHNICAL SPECIFICATION FOR INTEROPERABILITY (TSI) ON "SAFETY IN RAILWAY TUNNELS"

The EU Commission has drawn up a directive for safety in road tunnels and has commissioned a technical specification for interoperability (TSI) on safety in rail tunnels by 2005.

The mandate of the EU Commission was given to AEIF (European Association for Railway Interoperability) which is the joint representative body to draft the TSIs. It brings together representatives of infrastructure managers, railway companies and industry.

AEIF has to submit a draft TSI on "Safety in Railway Tunnels" by 2005. It was considered important that

LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS FERROVIAIRES

a semblé important que les spécifications soient fondées sur un concept cohérent de la sécurité dans les tunnels ferroviaires. Toutefois, pour le moment, il n'a pas encore été décidé si les spécifications devaient être regroupées dans des STI spécifiques aux tunnels ferroviaires, ou si elles devaient être réparties dans les STI relatives aux infrastructures, au matériel roulant et aux sous-systèmes d'exploitation, voire d'autres STI.

Un groupe de travail composé de plus de 30 experts, de la plupart des pays européens, a commencé à rédiger les STI sur « la sécurité dans les tunnels ferroviaires », en mai 2003. Il a pour tâche délicate de sélectionner les meilleures pratiques décrites dans les recommandations de l'UIC, l'UNECE et autres, qui deviendront obligatoires dans les États membres de l'UE. L'objectif de l'UE est de développer des trains interopérables qui circuleront sur des lignes de chemin de fer interopérables, à travers l'Europe, dans des conditions de sécurité harmonisées. De manière générale, la sécurité doit être maintenue, et lorsque cela est raisonnablement possible, elle doit être sans cesse améliorée.

Le travail de rédaction de l'avant-projet est achevé et les différentes mesures sont actuellement en cours de discussion entre les experts, en coopération avec les autres groupes de travail chargés des STI. En septembre 2004, les exigences seront publiées, pour acceptation par les États membres de l'UE. Elles portent sur les nouveaux tunnels, et parfois sur les tunnels existants, qui nécessitent pour la plupart des solutions sur mesure.

specifications be governed by a coherent view of the safety concept in railway tunnels, but it was left open, for the moment, as to whether the specifications would be grouped together in a specific TSI for railway tunnels or spread out in the other TSIs on the infrastructure, rolling stock and operational sub-systems, and perhaps others.

A working party of more than 30 experts from most European countries began to produce the TSI on "Safety in railway tunnels" in May 2003. It has the delicate task of selecting those among the best practice measures described in the UIC, UNECE and other recommendations which will become mandatory in EU member states. The EU objective is to promote interoperable trainsets to be used on interoperable railway lines all over Europe under harmonised safety conditions. Safety generally has to be maintained and, where reasonably practicable, continuously improved.

The current work for the first draft is done and at the moment the various measures are discussed with the relevant experts in co-operation with the other TSI working groups. In September 2004 the requirements will be published for acceptance by the EU member states. They relate to new and sometimes also to existing tunnels where mostly tailor-made solutions are necessary.

ABONNEMENT

La revue « *Routes/Roads* » est adressée sans frais aux membres de l'Association mondiale de la Route à jour de leur cotisation. Les membres collectifs de l'AIPCR reçoivent quatre exemplaires de chaque numéro de cette revue.

Le tarif annuel d'abonnement pour quatre numéros est de 46 €. Les frais d'expédition sont inclus dans ce tarif.

Veuillez adresser votre commande, accompagnée de son règlement par chèque en Euros ou en dollars américains, à :

AIPCR/PIARC
« *Routes/Roads* »

La Grande Arche, Paroi nord, niveau (level) 8
92055 LA DEFENSE Cedex – France

Fax: +33 1 49 00 02 02 – E-mail: piarc@wanadoo.fr

Vous pouvez également payer par carte bancaire (Visa International ou MASTERCARD) en précisant le numéro de votre carte et sa date de validité.

SUBSCRIPTION

The magazine « *Routes/Roads* » is circulated free of charge to PIARC members who have paid their membership fee. PIARC Collective Members receive four copies of each issue of this magazine.

The annual subscription cost for four issues is 46 €, postage included.

Please send your order with enclosed payment by cheque in Euros or US Dollars to:

You can also pay by credit card (Visa International or MASTERCARD). Please mention the card number and expiry date.