

GESTION DE LA SÉCURITÉ DANS LES TUNNELS ROUTIERS

20 septembre 2007 (après-midi)

SÉANCE SPÉCIALE 15

RAPPORT INTRODUCTIF

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	3
CO-ORGANISATEURS DE LA SÉANCE	4
CONTRIBUTEURS AU RAPPORT	4
1. INTRODUCTION	5
2. APPROCHE INTÉGRÉE DE LA SÉCURITÉ DES TUNNELS	7
3. PROTECTION DES CONSOMMATEURS PAR LES AUTOMOBILES CLUBS	9
4. ANALYSE DES RISQUES POUR LES TUNNELS ROUTIERS	11
5. POINT DE VUE DES POMPIERS	12
6. GESTION DE L'INTERFACE EXPLOITANT / ÉQUIPES DE SECOURS	14
7. ASPECTS DE LA SÉCURITÉ D'UN TUNNEL RÉSERVÉ AUX VOITURES	16
8. DISCUSSION	18
CONCLUSIONS PROVISOIRES	18

RÉSUMÉ

Suite aux tragiques incendies qui se sont produits dans des tunnels en Europe en 1999 et 2001, de nombreux pays ont réévalué leurs pratiques et leurs réglementations en matière de sécurité dans les tunnels routiers. Dans l'Union Européenne, une volonté d'harmonisation a permis la mise en application d'une directive européenne. Ces activités ne se sont toutefois pas limitées à l'Europe et des bilans et des adaptations ont été réalisés dans de nombreux pays partout dans le monde.

Où ce processus a-t-il conduit ? Au-delà de progrès scientifiques et techniques indéniables, une nouvelle approche de la sécurité des tunnels a vu le jour, approche qui prend en compte l'ensemble du système composé par l'infrastructure, l'exploitation et l'intervention en cas d'urgence, les usagers et les véhicules. Une gestion de la sécurité basée sur des réglementations, des procédures et des outils appropriés s'est révélée être nécessaire pour s'assurer que la sécurité soit prise en considération dans tous les aspects et toutes les étapes de la conception et de l'exploitation des tunnels. Ceci constitue un profond changement qui nécessite impérativement une interaction accrue entre les nombreux acteurs impliqués dans la sécurité en tunnel. Cette approche plus large et plus intégrée exige une meilleure compréhension des procédures adoptées et des outils utilisés et, pour qu'un consensus puisse être atteint, il est indispensable que cette compréhension soit partagée par un plus grand nombre d'acteurs.

Cette séance a pour but de mettre en évidence certains points de la compréhension des processus et de l'interaction des acteurs. Pour cela, une palette de responsables de divers horizons a été invitée à présenter ses observations, de leur propre point de vue, sur les nouvelles dispositions.

Après un rappel plus détaillé des travaux menés ces dix dernières années et de la façon dont ils ont influencé chaque pays, l'approche intégrée de la sécurité en tunnel sera présentée. Celle-ci constitue la pierre angulaire de tous les efforts menés actuellement pour améliorer la sécurité en tunnel. L'analyse des risques est une mesure d'importance qui fait d'ailleurs l'objet d'une attention toute particulière de la part de la Directive européenne. Il y a de nombreuses manières d'approcher l'analyse des risques. Du fait qu'il n'est pas prescrit un outil spécifique unique, ce n'est qu'au travers d'une compréhension commune et d'une base de données plausible que la pleine valeur de cet outil pourra être obtenue. Il reste un important travail à réaliser pour pouvoir atteindre ce but.

Ce n'est qu'en appréhendant la sécurité en tunnel par une prise en compte des points de vue de tous les autres acteurs qu'un consensus pourra être obtenu. C'est la raison pour laquelle les points de vue des usagers, des pompiers, des concepteurs et des exploitants seront ensuite présentés.

Il y aura finalement une communication sur un tunnel d'un type nouveau, le tunnel de l'autoroute A86 à l'Ouest de Paris, qui sera prochainement mis en service. Ceci donnera l'occasion de montrer l'impact de cette nouvelle approche intégrée dans le cas d'un projet complexe.

L'Association mondiale de la route (AIPCR), au travers de son Comité technique de l'Exploitation des Tunnels routiers (C3.3), a toujours été à la pointe de l'amélioration de la sécurité dans les tunnels. Ce fait est d'ailleurs reconnu dans la section introductive de la directive européenne qui reconnaît le rôle très actif et déterminant que l'AIPCR a joué dans l'ensemble du processus mentionné ci-dessus. Il était donc tout indiqué d'organiser cette séance spéciale pour identifier et discuter des défis qui se posent à nous aujourd'hui, à cette étape de l'évolution de la sécurité dans les tunnels routiers.

CO-ORGANISATEURS DE LA SÉANCE

Cette séance spéciale est organisée conjointement par :

- le Comité technique de l'Exploitation des Tunnels routiers (C3.3) de l'AIPCR,
- la Direction Générale de l'Énergie et des Transports (DG TREN) de la Commission Européenne,
- l'Association Internationale des Travaux En Souterrain (AITES),
- l'Association Nationale de Protection contre les Incendies des Etats-Unis (NFPA).

Les membres suivants du C3.3 ont participé à l'organisation de la séance :

- Art Bendelius, Etats-Unis
- Willy De Lathauwer, Belgique
- Rudolf Hörhan, Autriche
- Didier Lacroix, France
- Pierre Schmitz, Belgique
- Alan West, Royaume-Uni
- Evert Worm, Pays Bas

CONTRIBUTEURS AU RAPPORT

Approche intégrée de la sécurité (Réseau thématique européen Safe-T, Projet européen de Recherche UPTUN, Groupe de Travail 2 du C3.3 de l'AIPCR «Gestion de la Sécurité des Tunnels routiers») :

- Ben Van Den Horn, Pays-Bas

Protection des consommateurs (EuroTAP) :

- Robert Sauter, Allemagne

Analyse des risques (Groupe de Travail 2 du C3.3 de l'AIPCR «Gestion de la Sécurité des Tunnels routiers») :

- Bernhard Kohl, Autriche

Point de vue des pompiers (Département Incendie de Seattle) :

- Gary English, Etats-Unis

Interface exploitant/équipes de secours (Groupe de Travail 3 du C3.3 de l'AIPCR «Facteurs humains de la Sécurité des Tunnels routiers») :

- Jean-Michel Vergnault, France
- Hans Kristian Madsen, Norvège

Tunnel de l'A86 Ouest accessible exclusivement aux voitures (Cofiroute) :

- André Broto, France

Divers, présentation générale, traduction (C3.3 de l'AIPCR) :

- Willy De Lathauwer, Belgique
- Didier Lacroix, France
- Manuel Romana, Espagne
- Pierre Schmitz, Belgique
- Alan West, Royaume-Uni

1. INTRODUCTION

En 1999, deux très graves incendies dans les tunnels routiers du Mont Blanc (France-Italie ; 39 morts) et des Tauern (Autriche ; 12 morts) ont attiré l'attention du monde entier sur les tunnels routiers et les accidents graves qui peuvent y survenir. La communauté des exploitants de tunnels et les autorités politiques ont de suite réagi. Plusieurs pays ont immédiatement procédé à des analyses des textes existants. Deux ans plus tard, la résolution de poursuivre ces actions a été renforcée par un autre incendie important survenu dans le tunnel du St Gothard (Suisse ; 11 morts).

Afin d'harmoniser les diverses initiatives nationales, les Directeurs des Routes d'Europe occidentale (constituant maintenant la Conférence Européenne des Directeurs des Routes) ont constitué un groupe de travail comportant des représentants de tous les pays alpins. Les recommandations de ce groupe de travail ont été diffusées à la fin de l'année 2000. Ce travail a ensuite été mis à jour et prolongé par un groupe pluridisciplinaire d'experts sur la sécurité dans les tunnels routiers qui a été réuni sous les auspices de la Commission Économique pour l'Europe de l'ONU. Les résultats de ce groupe, disponibles fin 2001, comportaient des recommandations concernant les usagers, l'exploitation, l'infrastructure et les véhicules.

Malgré le fait que, par le principe de subsidiarité, les états membres soient responsables de la sécurité en tunnel, ils ont demandé à l'Union Européenne de s'occuper de cette matière. Au départ, celle-ci a financé un certain nombre de projets de recherche. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- DARTS : Structures durables et fiables de tunnel (2001-2004)
- SafeTunnel : Systèmes et cadres innovateurs pour accroître la sécurité routière dans les tunnels routiers (2001-2004)
- Sirtaki : Amélioration de la sécurité dans les tunnel routiers et ferroviaires en utilisant des technologies de pointe et des modèles intensifs d'aide à la décision (2001-2004)
- VirtualFires : Simulateur virtuel d'urgences en temps réel (2001-2004)
- UPTUN : Méthodes d'amélioration rentables, durables et innovatrices pour la sécurité incendie dans des tunnels existants (2002-2006)
- et ultérieurement L-Surf : Installation de recherche à grande échelle sur la sécurité et la sûreté en souterrain.

L'Union a également financé deux réseaux thématiques européens pour permettre un partage d'expérience et la formulation de recommandations communes. Il s'agissait de :

- FIT : Incendies en tunnels (2001-2005)
- SafeT : Sécurité dans les tunnels (2003-2006)

Tous ces projets sont actuellement terminés. Cependant, alors qu'ils s'achevaient, une forte demande pour continuer et développer les réseaux et les recherches dans ce domaine a vu le jour. Cela a conduit au récent lancement, sous les auspices de l'Association internationale des Travaux en Souterrain (AITES), du nouveau Comité de la Sécurité en Exploitation des Ouvrages souterrains (COSUF). Le but de ce Comité, qui est soutenu conjointement par l'AIPCR, est de développer un réseau mondial destiné à promouvoir l'échange des connaissances et des expériences, à faciliter la coopération, à stimuler la recherche et à promouvoir la sécurité.

Alors qu'elle avait commencé par lancer des activités de recherches, l'Union Européenne a par la suite décidé de préparer une Directive. Une Directive est un instrument législatif destiné à être rendu obligatoire dans tous les pays de l'Union une fois transposé dans les législations nationales. Après avoir suivi tout le processus légal, la directive a été approuvée en avril 2004 sous le numéro 2004/54/CE.

Ce processus a eu bien sûr un impact en dehors de l'Europe. Il y a créé une interaction continue entre les concepteurs, les exploitants, les spécialistes et les gestionnaires qui a permis des transferts d'informations et des influences réciproques.

Où ce processus a-t-il conduit ? Au-delà de progrès scientifiques et techniques indéniables, une nouvelle approche de la sécurité des tunnels a vu le jour, approche qui prend en compte l'ensemble du système composé par l'infrastructure, l'exploitation et l'intervention en cas d'urgence, les usagers et les véhicules. Une gestion de la sécurité basée sur des réglementations, des procédures et des outils appropriés s'est révélée être nécessaire pour s'assurer que la sécurité soit prise en considération dans tous les aspects et toutes les étapes de la conception et de l'exploitation des tunnels. Ceci constitue un profond changement qui nécessite impérativement une interaction accrue entre les nombreux acteurs impliqués dans la sécurité en tunnel. Cette approche plus large et plus intégrée exige une meilleure compréhension des procédures adoptées et des outils utilisés et, pour qu'un consensus puisse être atteint, il est indispensable que cette compréhension soit partagée par un plus grand nombre d'acteurs.

Cette séance a pour but de mettre en évidence certains points de la compréhension des processus et de l'interaction des acteurs.

Après un rappel plus détaillé des travaux menés ces dix dernières années et de la façon dont ils ont influencé chaque pays, l'approche intégrée de la sécurité en tunnel sera présentée. Celle-ci constitue la pierre angulaire de tous les efforts menés actuellement pour améliorer la sécurité en tunnel.

L'analyse des risques est une mesure d'importance qui fait l'objet d'une attention toute particulière de la part de la Directive européenne. Il y a de nombreuses manières d'approcher l'analyse des risques. Du fait qu'il n'est pas prescrit un outil spécifique unique, ce n'est qu'au travers d'une compréhension commune et d'une base de données plausible que la pleine valeur de cet outil pourra être obtenue. Il reste un important travail à réaliser pour pouvoir atteindre ce but.

Ce n'est qu'en appréhendant la sécurité en tunnel par une prise en compte des points de vue de tous les autres acteurs qu'un consensus pourra être obtenu. C'est la raison pour laquelle les points de vue des usagers, des pompiers, des concepteurs et des exploitants seront ensuite présentés.

Il y aura finalement une communication sur un tunnel d'un type nouveau, le tunnel de l'autoroute A86 à l'Ouest de Paris, qui sera prochainement mis en service. Ceci donnera l'occasion de montrer l'impact de cette nouvelle approche intégrée dans le cas d'un projet complexe.

L'Association mondiale de la route (AIPCR), au travers de son Comité technique de l'Exploitation des Tunnels routiers (CT 3.3), a toujours été à la pointe de l'amélioration de la sécurité dans les tunnels. Ce fait est d'ailleurs reconnu dans la section introductive de la directive européenne qui reconnaît le rôle très actif et déterminant que l'AIPCR a joué dans l'ensemble du processus mentionné ci-dessus. Il était donc tout indiqué d'organiser cette séance spéciale pour identifier et discuter des défis qui se posent à nous aujourd'hui, à cette étape de l'évolution de la sécurité dans les tunnels routiers.

2. APPROCHE INTÉGRÉE DE LA SÉCURITÉ DES TUNNELS

De nombreux tunnels routiers sont en projet ou en construction dans le monde. Par ailleurs, des réglementations, des recommandations et des directives internationales sont en cours d'élaboration. Il y a un large consensus pour estimer que tous les aspects liés à la sécurité des tunnels doivent être pris en considération d'une manière globale. Ceci inclut les réglementations, l'infrastructure et les dispositifs de sécurité en exploitation, l'évaluation de la sécurité, l'utilisation du tunnel, les expériences d'exploitation et la gestion de la sécurité.

A cet effet, l'AIPCR propose une approche intégrée de la sécurité des tunnels routiers qui a été développée en coopération avec les projets de recherche européens Safe-T et UPTUN. Un rapport présente cette approche. Il commence par un résumé des principes généraux et des perspectives actuelles sur la sécurité des tunnels routiers en partant de l'expérience pratique des projets de tunnel. Une enquête internationale a été effectuée parmi les membres du CT 3.3 de l'AIPCR et une vue d'ensemble des meilleures pratiques en vigueur dans plusieurs pays est présentée.

Les éléments principaux d'une approche intégrée de la sécurité des tunnels routiers sont :

- les critères de niveaux de sécurité (réglementations et recommandations) ;
- l'infrastructure et les mesures d'exploitation pour la sécurité en tunnel ;
- les critères socio-économiques et de rentabilité économique ;
- les techniques d'appréciation de la sécurité (analyse de la sécurité et évaluation de la sécurité) ;
- l'utilisation du tunnel routier ;
- le stade de la vie du tunnel (avant-projet, conception, construction, réception, exploitation, rénovation ou modernisation) ;
- l'expérience d'exploitation ;
- l'état du tunnel.

Il est nécessaire de choisir une approche globale (dite « holistique ») si on veut tenir compte de tous les aspects du système à savoir l'infrastructure, l'exploitation, les services de secours, les usagers de la route et les véhicules. La communication et l'échange d'information technique entre les pays sont d'une importance primordiale pour augmenter la sécurité des tunnels routiers dans le monde. Par conséquent, il pourrait être utile d'adopter un cadre unifié pour une approche intégrée de la sécurité des tunnels routiers qui se baserait sur les éléments suivants :

- critères de niveaux de sécurité (législation et réglementation) ;
- critères socio-économiques et de rentabilité économique ;
- dispositifs de sécurité concernant l'infrastructure et l'exploitation ;
- techniques d'évaluation de la sécurité ;
- utilisation du tunnel routier ;
- stade de la vie du tunnel ;
- expérience d'exploitation et
- état du tunnel.

Le schéma 1 récapitule l'approche intégrée de la sécurité en tunnel telle que proposée conjointement par l'AIPCR et les projets européens Safe-T et UPTUN.

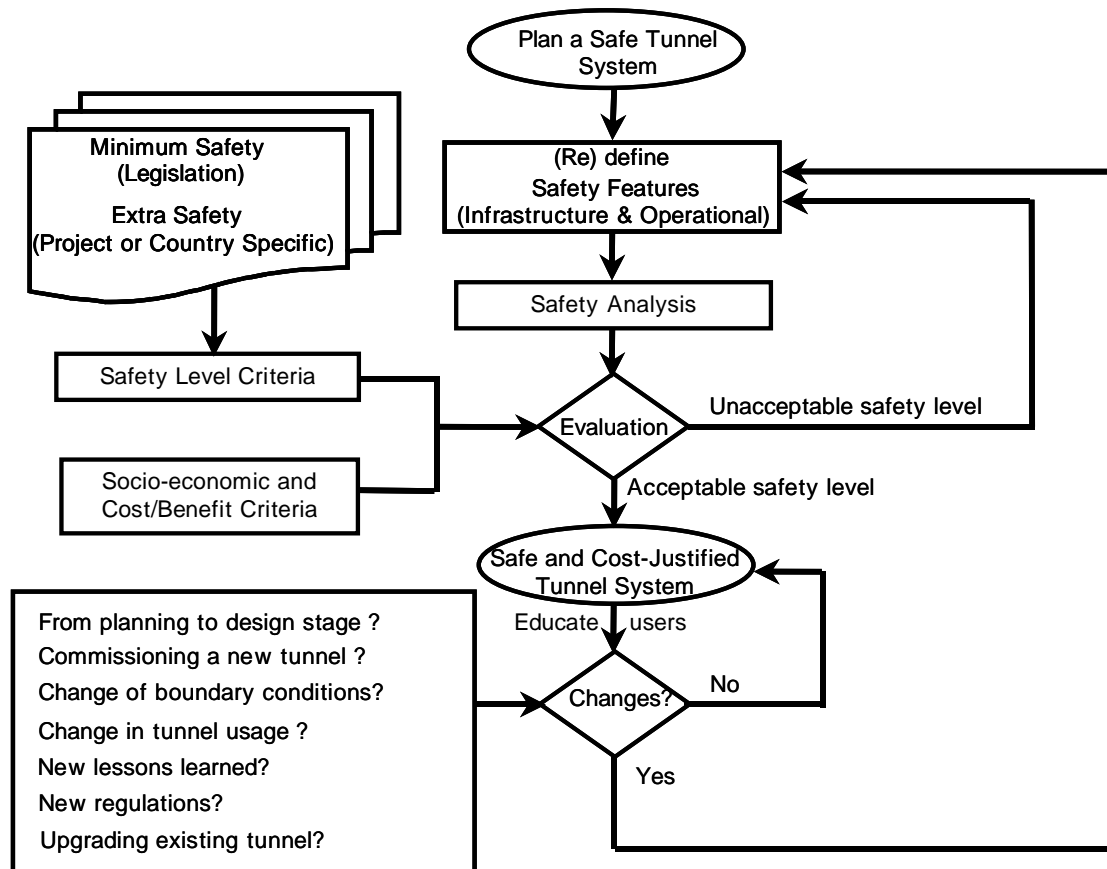


Schéma 1 - Représentation schématique de la proposition d'une approche intégrée de la sécurité des tunnels, nouveaux et en service

L'utilisation d'une telle approche globale pour la sécurité des tunnels doit permettre d'améliorer le niveau de la sécurité des tunnels dans le monde et dès lors de sauver des vies. Cela induira également des avantages socio-économiques par une réduction :

- du nombre d'accidents et du nombre de blessés et de morts,
- des dommages causés à la structure des tunnels et
- des pertes macro-économiques potentielles dues à l'indisponibilité d'un tunnel.

En outre, une approche intégrée de la sécurité d'un tunnel routier facilite l'optimisation de la conception du tunnel. Dans chaque pays, les meilleures pratiques peuvent s'intégrer sans heurts dans une approche globale, qu'ils soient basés sur des éléments de sécurité descriptifs (parfois appelés « prescriptifs »), sur des éléments de sécurité basés sur des niveaux de performance à atteindre ou sur une combinaison des deux.

3. PROTECTION DES CONSOMMATEURS PAR LES AUTOMOBILES CLUBS

Chaque année, les automobiles clubs européens déploient un grand nombre d'activités qui se concentrent sur la protection des consommateurs et sur des points d'intérêt général. Leur but est d'améliorer les produits et les services, d'informer les automobilistes et de défendre les intérêts des consommateurs qui se déplacent de façon motorisée. L'expérience a montré que l'évaluation comparative des normes de performance jointe à un classement par rapport à des points de références appropriés constitue un moyen très efficace pour améliorer les produits et les services examinés.

L'examen paneuropéen détaillé des tunnels routiers figure parmi les projets les plus réussis en matière de sécurité routière. Lancé en 1999, le programme avait examiné près de 150 tunnels fin 2004. Depuis 2005 et sur une période de trois ans, des examens de tunnels ont été effectués dans le cadre du programme européen d'évaluation des tunnels EuroTAP. EuroTAP est un consortium européen de 12 automobiles clubs faisant partie d'EuroTest et provenant de 11 pays européens. Le projet EuroTAP est piloté par l'ADAC qui a mis au point le programme. La coordination internationale est assurée par le bureau européen de la Fédération Internationale de l'Automobile (FIA).

EuroTAP, qui est financé et soutenu par l'Union Européenne, est unique. Il n'y a actuellement aucun autre programme comparable en Europe. Les tunnels examinés par EuroTAP ont au moins un kilomètre de longueur et sont de préférence situés sur le réseau routier transeuropéen (TERN). Pour la fin 2007, le programme EuroTAP aura examiné environ 150 tunnels. A l'occasion de sa conférence de clôture en décembre 2007, tous les résultats, les données acquises, les conclusions et les recommandations seront présentés au public.

Les essais sont basés sur des critères prédéfinis développés initialement en 1999 et améliorés depuis sans interruption. Les critères d'examen développés se basent sur la Directive 2004/54/CE, sur diverses règles nationales ainsi que sur l'expertise de la CEDR (Conférence Européenne des Directeurs des Routes), de l'AIPCR et de la CEE ONU (Commission Économique pour l'Europe des Nations Unies). Ils sont classés par catégories en mesures préventives, qui comptent pour 48% des points (19% pour la circulation et la surveillance du trafic, 14% pour l'ouvrage, 8% pour l'éclairage et l'alimentation électrique, 7% pour la gestion des urgences), et en mesures de limitation des conséquences des accidents qui comptent pour 52 % (19% pour la protection contre l'incendie, 13% pour l'évacuation et les secours, 11% pour la communication, 9% pour la ventilation).

Les résultats des examens des tunnels sont classés dans un système d'évaluation en cinq catégories s'étendant de « très bon », « bon » et « satisfaisant » pour des résultats positifs à « mauvais » et « très mauvais » pour des résultats négatifs. Grâce à ce système comparatif unique et à la publication rapide des résultats dans l'ensemble de l'Europe, la pression accrue sur les responsables concernés a permis d'importantes améliorations de la sécurité. Cet effet a été principalement obtenu pour des tunnels classés « mauvais ». La liste ci-dessous indique en détail le pourcentage des tunnels ayant eu une mauvaise cotation depuis 1999 :

- 1999 : 8 tunnels sur 19 : 42 %
- 2000 : 8 tunnels sur 25 : 32 %
- 2001 : 4 tunnels sur 16 : 25 %
- 2002 : 8 tunnels sur 30 : 27 %
- 2003 : 11 tunnels sur 25 : 44 %
- 2004 : 4 tunnels sur 27 : 15 %
- 2005 : 8 tunnels sur 49 : 16 %
- 2006 : 13 tunnels sur 52 : 25 %

Les insuffisances le plus fréquemment constatées sont :

- tunnels bidirectionnels à un seul tube ;
- pas de sortie de secours ou distance trop longue entre les sorties de secours ;
- identification absente ou insuffisante des sorties de secours ou des itinéraires d'évacuation ;
- identification insuffisante des postes d'appel d'urgence, distances excessives entre les postes d'appel d'urgence, protection contre le bruit inexistante ou inopérante ;
- systèmes de ventilation insatisfaisants, systèmes de ventilation non résistants à la chaleur, technologie obsolète ou pas de système de ventilation du tout ;
- pas de programme de ventilation en cas d'incendie / pas d'activation automatique du système de ventilation
- système de détection d'incendie ou d'incident obsolète ou inexistant;
- itinéraire et durée d'accès pour les pompiers trop longs ;
- pas de formation spécifique pour les pompiers et le personnel du tunnel ;
- plans d'alarme et de secours en cas d'incidents obsolètes ou inexistantes ;
- pas d'exercices de sécurité réguliers.

Dans leur rôle de défenseurs des automobilistes, les automobiles clubs ne se contentent pas d'examiner la sécurité des tunnels routiers : ils s'attachent également à créer une prise de conscience des automobilistes en les encourageant à apprendre et à avoir un comportement corrects lorsqu'ils traversent des tunnels, de manière à limiter les accidents et les incidents graves. En 2004, les automobiles clubs ont lancé la campagne de prise de conscience « En sécurité dans le tunnel », campagne appuyée par la production de divers documents éducatifs en plusieurs langues : un feuillet, un jeu interactif pour PC et un DVD. Les clubs, en collaboration avec des acteurs publics et privés, continuent à distribuer dans toute l'Europe ce matériel en grande quantité aux automobilistes. Ce matériel est également disponible en ligne. EuroTAP fournit également aux automobilistes des informations en ligne en matière de planification d'itinéraire sur les tunnels les plus importants.

En passant en revue les résultats d'analyse de près de 300 tunnels européens, on peut tirer les conclusions suivantes :

- Les automobilistes sont un facteur essentiel dans le concept de sécurité des tunnels. Tous les acteurs devraient veiller à instruire les automobilistes pour qu'ils se comportent correctement dans les tunnels en toutes circonstances et cela en utilisant le matériel éducatif disponible. Il est recommandé d'en inclure les éléments essentiels dans les examens pour l'obtention des permis de conduire.
- Suite aux efforts importants réalisés dans beaucoup d'états membres de l'Union Européenne, les normes techniques de sécurité des tunnels routiers s'améliorent.
- Approximativement 25% des tunnels routiers d'une longueur d'au moins un kilomètre ne satisfont pas aux prescriptions techniques minimales définies par l'Union Européenne. Pour répondre aux exigences de la Directive Tunnels il reste beaucoup à faire dans les prochaines années.
- Des dispositifs automatiques de protection contre l'incendie dans les véhicules (particulièrement les camions) aideraient considérablement à empêcher des incidents, mais ils ne font malheureusement pas l'objet d'incitations.
- Les autorités responsables devraient être invitées à améliorer l'équipement, la formation et la disponibilité des équipes de pompiers locales car ils s'avèrent insatisfaisants dans de nombreux cas.

4. ANALYSE DES RISQUES POUR LES TUNNELS ROUTIERS

L'analyse des risques est un outil important qui peut être utilisé pour améliorer et optimiser la sécurité des tunnels routiers. L'analyse des risques inclut l'identification des dangers et l'évaluation de la probabilité et des conséquences de chaque risque. Les risques sont souvent considérés en fonction du produit de leur probabilité par leurs conséquences. Une fois analysés, les risques doivent être évalués et, si leur niveau est jugé inacceptable, ils doivent faire l'objet de mesures de sécurité additionnelles. L'appréciation (ou jugement) des risques se compose de trois éléments : l'analyse des risques, l'évaluation des risques et la réduction des risques.

Un large éventail de méthodes qualitatives et quantitatives est disponible pour chaque élément du processus. Une méthodologie complète pour l'appréciation des risques peut être développée en combinant différents composants méthodologiques pour l'analyse, l'évaluation et la réduction des risques. L'applicabilité d'une méthodologie particulière dépend des caractéristiques de l'application particulière, des données disponibles et des objectifs et conditions spécifiques pour entreprendre l'appréciation des risques.

En ce qui concerne l'évaluation des risques (procédé qui détermine si le risque tolérable a été atteint), différents types de critères de risques sont disponibles. Le choix des critères à utiliser dépend de l'application.

L'AIPCR a préparé un rapport qui passe en revue, au niveau mondial, l'application des méthodologies d'analyse des risques pour les tunnels routiers et qui détaille les méthodes adoptées, le concept de l'évaluation des risques, les expériences tirées de leur mise en application pratique et la convenance des méthodologies vis à vis d'exigences spécifiques, par exemple celles de la Directive européenne. De plus amples détails sont donnés sur les méthodologies suivantes :

- modèle autrichien de risques en tunnel TuRisMo,
- analyse de scénarios des Pays-Bas pour les tunnels routiers,
- modèle TUNPRIM des Pays-Bas,
- étude spécifique des dangers en France,
- analyse des risques pour les tunnels routiers en Italie,
- modèle OCDE/AIPCR d'évaluation quantitative des risques DG-QRA pour le transport des marchandises dangereuses dans les tunnels routiers.

Toutes les méthodologies présentées montrent des avantages et des inconvénients spécifiques et aucune ne peut prétendre être la plus appropriée pour une utilisation pratique dans le contexte de la gestion de la sécurité dans les tunnels routiers. L'approche la plus appropriée devrait être choisie en considérant les avantages/inconvénients respectifs dans le contexte de chaque situation spécifique et devrait dépendre de la nature du problème, du niveau d'évaluation exigé et des ressources disponibles.

L'analyse de plusieurs méthodes pratiques et leur application dans des études de cas démontrent clairement que ce processus d'appréciation de la sécurité des tunnels routiers permet une appréciation structurée, harmonisée et transparente des risques pour chaque tunnel qui prend en compte les facteurs d'influence pertinents. Par conséquent, une approche basée sur les risques est un complément approprié et précieux à la mise en oeuvre des mesures qui sont nécessaires pour satisfaire les exigences des normes et recommandations descriptives.

On peut s'attendre à ce que, dans un avenir rapproché et dans de nombreux pays, l'analyse des risques devienne un outil communément utilisé pour les tunnels routiers. Dans le même temps, l'expérience acquise dans l'application de l'analyse des risques et le besoin d'échanges d'expérience au niveau international augmenteront. Ce processus devrait avoir comme conséquence une amélioration continue des méthodes ou modèles existants ou récemment développés.

Le rapport de l'AIPCR recommande de se concentrer sur les questions suivantes :

- Une meilleure harmonisation par le développement de recommandations universellement applicables pour l'analyse des risques pour les tunnels routiers et peut-être la standardisation de quelques éléments spécifiques d'analyse des risques ;
- Une recherche plus complète des stratégies possibles d'évaluation des risques, y compris des recommandations pour leur application.

5. POINT DE VUE DES POMPIERS

Si vous concevez, construisez ou exploitez des tunnels, cette séance vous donnera une meilleure compréhension de la façon dont le service d'incendie peut travailler avec vous pour améliorer la sécurité dans votre tunnel.

Apprenez comment le service d'incendie applique les objectifs classés par priorité dans « LIPEC » (sécurité de la vie, stabilisation d'incident, conservation des biens, protection de l'environnement et conservation de la scène du sinistre) tout au long des phases de conception, de construction et d'exploitation.

Apprenez d'acteurs en première ligne ce qui fonctionne, quelles sont les limites du service d'incendie et la réalité de la sécurité en tunnel du point de vue du service de secours.

L'expérience nous a appris qu'inclure les services d'incendie et de secours médicaux dans la phase de conception peut améliorer la sécurité, réduire les coûts, et assurer que les systèmes installés dans les tunnels atteignent une efficacité maximale et que les considérations opérationnelles pratiques soient prises en compte en toute sécurité.

Un service d'incendie informé et impliqué peut aider à comprendre ce qui se produira réellement au moment de l'urgence, la manière dont les systèmes, le personnel et la structure seront utilisés pour empêcher la perte de vies humaines, réduire l'importance de l'événement, protéger l'infrastructure et remettre rapidement en service l'ouvrage.

Seattle comporte plus de 5 000 ouvrages équipés de sprinklers. Les tunnels routiers comportent également des sprinklers depuis 1952. Apprenez quels sont les avantages et les inconvénients des sprinklers dans les tunnels et pourquoi un « essai de confiance » est tellement crucial.

Apprenez comment, en cas d'urgence, le Service d'Incendie de Seattle utilise le Système de Gestion des Incidents (IMS) pour identifier et fixer la priorité de certains problèmes, pour établir la stratégie et la tactique et pour profiter pleinement des ressources disponibles. L'utilisation de l'actuelle « analyse risques / bénéfiques » fournit l'occasion de réagir rapidement à des conditions changeantes et à une meilleure information.

Le système de gestion des incidents (IMS) inclut le concept de commande unifiée pour s'assurer que les acteurs les mieux informés et les plus responsables soient impliqués dans le développement de la stratégie pour traiter l'incident. Ceci fait que l'exploitant du tunnel est un acteur très important lors d'une urgence en tunnel.

L'expérience a montré que les incendies dans des tunnels peuvent être plus importants et plus longs que ne le pensent beaucoup de gens qui n'appartiennent pas aux services d'incendie. A la fois le taux de croissance de l'incendie et sa taille sont des facteurs-clés pour mettre au point la stratégie et la tactique en cas d'incendie.

Les services d'incendie ont une expérience de première main sur la façon dont les gens prennent de mauvaises décisions vis à vis d'un incendie et sur ce qui peut être fait pour empêcher d'autres blessés et morts.

Des exemples de réactions humaines face à un incendie peuvent fournir une compréhension sur la façon dont les systèmes pourraient être développés, installés et gérés pour éviter de fortes pertes en vies humaines.

La compréhension des limites physiques de ce que le pompier peut faire est un composant important :

- Temps de réponse ;
- Capacité ;
- Chaleur maximale admissible pour un pompier ;
- Limites d'amenée d'air ;
- Distance que les tuyaux d'eau peuvent atteindre et débits ;
- Dégagement des victimes ;
- Triage et transport des victimes.

Avec l'augmentation des volumes de trafic des poids lourds et des marchandises dangereuses, on constate des augmentations correspondantes du nombre et de la fréquence des incidents. Les conséquences environnementales des incendies et des fuites de cargaisons dangereuses peuvent être très significatives. Apprenez comment le service d'incendie gère ces événements et de quelles options nous disposons pour résoudre un problème grave.

On peut conclure à la nécessité de la participation des services d'incendie à toutes les phases des tunnels pour garantir une infrastructure plus sûre.

6. GESTION DE L'INTERFACE EXPLOITANT / ÉQUIPES DE SECOURS

Depuis les années 70, le nombre de tunnels routiers en service et le nombre de véhicules sur les routes ont sensiblement augmenté. De graves incendies de poids lourds se sont produits dans des tunnels durant la dernière décennie, ayant pour résultat des morts et des blessés graves.

Des investigations et des analyses après accident ont été lancées et des groupes de travail techniques – comprenant principalement des autorités, des gestionnaires, des exploitants, des pompiers, des associations routières - ont été créés pour définir les causes de ces grands incendies et pour proposer des mesures pour améliorer le niveau de sécurité des tunnels, tant pour les usagers que pour les équipes de l'exploitant et des services de secours, et ceci tant pour les tunnels existants que futurs.

Le rapport de l'AIPCR « Gestion de l'interface exploitant / équipes de secours dans les tunnels routiers » est destiné à aider les gestionnaires de tunnels, les exploitants et les services de secours à améliorer leur dialogue sur les questions communes afin d'améliorer le niveau de sécurité pour les usagers du tunnel, le personnel de l'exploitant et les équipes des services de secours. Il répond aux soucis communs auxquels sont confrontés les gestionnaires / exploitants des tunnels et les services d'urgence (principalement les services d'incendie et de secours) pendant les incendies et accidents graves en tunnel.

En ce qui concerne la connaissance les uns des autres, les résultats des analyses suite aux accidents indiquent souvent que :

- les gestionnaires et les exploitants de tunnels manquent de connaissances quant aux problèmes rencontrés par les services de secours au moment où ils tentent d'intervenir sur des événements en tunnel,
- les services de secours manquent de connaissances quant aux problèmes rencontrés par les gestionnaires et les exploitants,
- une réelle préparation commune des gestionnaires, des exploitants et des services de secours est essentielle.

Pour ce qui concerne le système de recherche et de secours (chaîne de réaction) qui s'effectue en coordination avec les exploitants, les points suivants sont très importants.

- Les services de secours, et particulièrement les services d'incendie, doivent être familiers avec le système de ventilation du tunnel et les caractéristiques des flux d'air afin d'optimiser les plans d'intervention.
- Au stade de la conception d'un tunnel, les services de secours doivent coopérer avec le gestionnaire du tunnel afin de formuler une stratégie idéale de ventilation avec une attention particulière aux différences entre les systèmes de ventilation longitudinale, semi-transversale et transversale, et à la possibilité ou non de bénéficier d'une stratification des fumées dont on puisse tirer profit pendant un certain temps.
- Il faut une alimentation en eau adéquate pour la lutte contre l'incendie et une alimentation régulière doit être prévue dans les plans d'urgence habituels.
- Un équipement spécialisé de lutte contre l'incendie utilisant un brouillard d'eau, des sprinklers, des rideaux d'eau et de la mousse à air comprimé pourrait être une option pour améliorer le processus de lutte contre l'incendie. Ces systèmes sont actuellement très onéreux et leur mise à disposition doit être examinée dans le cadre de la sécurité globale de l'exploitation de chaque tunnel particulier. Des caméras utilisant la technologie infrarouge ont été employées avec succès dans la lutte contre l'incendie, mais il s'avère qu'un tel équipement de caméras n'est pas toujours approprié et qu'il présente des limitations.
- Tout l'équipement de secours doit être complètement vérifié selon des procédures déterminées d'entretien ; l'entretien doit se baser sur des documents écrits et les opérations d'entretien doivent être enregistrées conformément aux normes admises ou aux règlements nationaux.
- La surveillance vidéo doit pouvoir aider le chef d'intervention des services de secours.
- La radiocommunication est essentielle dans toutes les opérations de recherche et de secours, et les services de secours ont besoin de systèmes efficaces de radiocommunication pour travailler sans risque. Les leçons tirées ont montré que des téléphones portables ne devraient pas être utilisés comme système de radiocommunication pour les services de secours. La radiocommunication en tunnel devrait normalement constituer une partie intégrante de l'équipement standard de protection du personnel de lutte contre l'incendie.
- Les services de secours (ambulance, police et pompiers) doivent développer leurs propres plans d'urgence aussi bien que des plans de pré-incident et des procédures opérationnelles standardisées.
- Des procédures standardisées concernant différents types d'incidents doivent être établies et faire l'objet d'exercices ; il est essentiel que tous les niveaux dans la chaîne de réaction soient entraînés.
- Tout le personnel de secours doit effectuer sur place une évaluation de l'incident avant d'entrer dans un tunnel routier où il y a une situation d'incendie ; cette évaluation est nécessaire afin de réduire au minimum les risques pour la santé et la sécurité du personnel.
- Il faut conseiller au personnel d'intervention de s'exercer régulièrement pour pouvoir faire face à n'importe quelle situation qui peut se produire dans des tunnels routiers; les exercices devraient toujours avoir lieu selon des opérations planifiées à l'avance et basées sur l'analyse et l'évaluation locales des risques.

- Des exercices qui impliquent tous les types de services de secours ainsi que le personnel de l'exploitant ou du gestionnaire du tunnel routier doivent être organisés de temps en temps.
- Il faut recommander que les centres de commande du trafic routier, les centres de contrôle du tunnel et les centres d'alarme s'entendent sur la façon de s'exercer régulièrement et de mettre au point des accords et des plans pré-incidents.
- Les exploitants de tunnels doivent connaître la façon dont les services de secours coopèrent et interviennent lors d'une situation dangereuse dans un tunnel et les exploitants doivent connaître les procédures locales ou régionales des services de secours.

En conclusion, il est de la plus grande importance pour les exploitants et les services de secours :

- d'organiser une consultation et une coopération pendant le processus de conception du tunnel,
- de mettre sur pied des plans d'urgence afin de préparer les opérations en tunnel pour la protection des usagers et pour la lutte contre l'incendie, et de les maintenir à jour,
- d'organiser des visites de familiarisation aux tunnels et de mettre sur pied des exercices pour vérifier la formation opérationnelle,
- de définir les mesures nécessaires pour réduire au minimum les délais de mobilisation des services de secours,
- d'organiser l'analyse post-accident, y compris pour les événements de moindre importance.

7. ASPECTS DE LA SÉCURITÉ D'UN TUNNEL RÉSERVÉ AUX VOITURES

Dans la région parisienne, l'autoroute A86 Ouest se compose de deux niveaux superposés réservés aux véhicules légers (avec une hauteur sous plafond de 2,55 mètres) dans un tunnel unique foré de 10 kilomètres de long et d'un diamètre intérieur de 10,40 mètres. Un échangeur souterrain intermédiaire relie les deux niveaux aux routes locales. Le projet est réalisé par l'opérateur français de routes à péage Cofiroute et le premier tronçon doit s'ouvrir en octobre 2007.

La séance présentera brièvement le projet et se concentrera sur les aspects de sécurité spécifiques à un long tunnel urbain unidirectionnel réservé aux véhicules légers.

La hauteur limitée du plafond soulève deux questions principales de sécurité: l'accès des services de secours et l'absence de stratification des fumées en cas d'incendie. La seule solution consiste à construire des véhicules d'intervention de secours compatibles avec la hauteur limitée du tunnel et à concevoir un système longitudinal de ventilation qui permette à la fumée d'être extraite en aval de l'incendie ; cela suppose des tubes indépendants, chacune supportant un seul sens de trafic.

Par ailleurs, on bénéficie de nombreux avantages dus à l'homogénéité du trafic :

- puisque les vitesses des véhicules sont plus homogènes que dans un tunnel traditionnel, la fréquence des accidents est réduite ;
- l'homogénéité des masses des véhicules réduit bien sûr la gravité des accidents ;
- l'uniformité des hauteurs des véhicules permet à une plus grande surface d'être couverte par des caméras CCTV et une détection automatique d'incident est beaucoup plus efficace lorsque les effets de masque - la plupart du temps provoqués par des camions - disparaissent presque entièrement ; la détection d'un véhicule arrêté et la mise en œuvre des mesures pour informer les automobilistes afin d'éviter des accidents peuvent de la sorte être plus rapides et plus sûres.

Les véhicules légers qui utiliseront ce tunnel ont une masse combustible dix fois inférieure à celle des poids lourds : cela est dû au volume de carburant emporté, aux marchandises transportées et au poids des pneus. La puissance thermique d'un incendie dans un tunnel réservé aux véhicules légers est ainsi de 8 à 10 fois plus faible que dans un tunnel utilisé par des poids lourds. De même, l'augmentation potentielle de la température est de 3 à 5 fois inférieure : en effet, la section transversale d'un tunnel réservé aux voitures de tourisme étant la moitié de celle d'un tunnel traditionnel, la réduction de l'augmentation de la température est inférieure à ce que laisserait penser la diminution de la puissance thermique. Des études avancées confirment que les conditions de survie en cas d'incendie sont bien meilleures dans ce type de tunnel.

La puissance thermique relativement faible d'un incendie permet d'installer des systèmes qui réduisent la température et les flux radiatifs de manière à maintenir un environnement acceptable pour les services de secours. Il est même possible de maintenir des conditions acceptables pour les automobilistes pendant un incendie. Des essais d'incendie en grandeur réelle ont montré que cet objectif pouvait être atteint en mettant en application un système de brouillard d'eau. En premier lieu, ce système limite le développement de l'incendie mais il absorbe et supprime également une partie importante de la chaleur résiduelle. Le système qui sera employé se compose de trois rangées des buses pulvérisant de très fines gouttelettes d'eau avec un débit de 1 litre par mètre carré et par minute. Le système est composé de sections de 33 mètres de longueur. Trois sections sont déclenchées simultanément afin de couvrir une zone d'environ 100 mètres de longueur autour du lieu de l'incendie.

Par ailleurs, l'effet combiné de certains aspects spécifiques des tunnels réservés aux voitures contribue à améliorer davantage le niveau de sécurité. Par exemple, l'efficacité de la mise en œuvre automatique du système de brouillard d'eau dépend de la capacité de l'opérateur de détecter rapidement l'endroit exact d'un incendie dès le début de son développement. En réduisant les effets de masque liés à un trafic mixte, l'uniformité de taille des véhicules améliore la probabilité d'une détection rapide et précise et par conséquent l'exactitude et la fiabilité des mesures mises en application pour limiter l'incendie par le brouillard d'eau.

8. DISCUSSION

A la lumière des présentations précédentes, il est clair qu'il reste beaucoup de points à résoudre en ce qui concerne la gestion sûre des incendies dans les tunnels routiers. Pour plusieurs de ces points il n'existe pas de réponse absolue et un dialogue entre tous les acteurs impliqués dans la sécurité des tunnels routiers sera nécessaire. Le cadre dans lequel ces discussions ont actuellement lieu a été décrit. Les présentations permettent de comprendre les problèmes tels qu'ils sont perçus par le concepteur du tunnel, l'exploitant, les services d'incendie et, par le biais des organisations automobiles, les usagers. Forts de ces informations, nous sommes maintenant en mesure de discuter des acteurs que nous devrions impliquer dans la gestion de la sécurité des tunnels routiers et de la façon dont ils doivent être impliqués.

CONCLUSIONS PROVISOIRES

Durant ces dernières années, on a pu constater une tendance positive dans l'amélioration de la sécurité dans les tunnels. Alors que de nouvelles recommandations et réglementations ont été édictées, la façon précise de les mettre en oeuvre n'est pas encore totalement définie. Un grand nombre de points soulevés n'ont pas reçu de réponse définitive et nécessitent un dialogue et un accord entre les divers acteurs pour être résolus.

Le principe de l'évaluation des risques et de méthodes de comparaison avec des mesures alternatives est accepté mais il reste à se mettre d'accord sur la méthodologie exacte. Les méthodologies qui seront acceptées devront être comprises et acceptées par tous les acteurs. À cet effet, elles devront être basées sur des données fiables et accessibles à tous.

Les automobilistes constituent un facteur clé dans la sécurité des tunnels. Tous les acteurs devraient veiller à informer les automobilistes pour que, en toutes circonstances, ils se comportent correctement dans les tunnels.

Les services d'incendie disposent d'une grande expérience qui doit pouvoir être utilisée durant tout le cycle de vie d'un tunnel, de la conception à l'exploitation quotidienne en passant par la phase de réception. Une coopération plus étroite entre ces acteurs est nécessaire pour assurer une meilleure compréhension mutuelle et une interface plus coordonnée.

Les nouveaux ouvrages tirent déjà les bénéfices de la plus grande prise de conscience des problèmes liés à la sécurité.