

# **LA SÉCURITÉ DES TUNNELS ROUTIERS**

29 septembre 2011 (en après-midi)

## **CT C.4 EXPLOITATION DES TUNNELS ROUTIERS**

### **RAPPORT INTRODUCTIF**

## CONTENU

RÉSUMÉ EXÉCUTIF .....	3
MEMBRES DU COMITÉ AYANT CONTRIBUÉ AU RAPPORT .....	3
1. INTRODUCTION.....	4
2. GESTION DE L'EXPLOITATION EN TUNNEL .....	5
2.1. Gestion stratégique de la sécurité en tunnel .....	5
2.2. Meilleures pratiques pour des exercices de sécurité en tunnel .....	6
2.3. Gestion de l'entretien et inspections techniques de tunnels routiers.....	8
2.4. Aspect du cycle de vie de l'équipement électrique de tunnel routier .....	9
3. QUESTIONS STRATÉGIQUES POUR LA SÉCURITÉ EN TUNNEL .....	10
3.1. Évaluation du risque.....	10
3.2. Améliorer la sécurité dans les tunnels existants.....	11
3.3. L'éducation des usagers .....	13
3.4. Émission de véhicules et demande en air frais .....	14
3.5. Incendie de dimensionnement en tunnels routiers .....	14
4. DIFFUSION DES CONNAISSANCES SUR L'EXPLOITATION ET LA SÉCURITÉ EN TUNNEL ...	16
4.1. Manuel des tunnels routiers .....	16
4.2. Dictionnaire des tunnels routiers .....	17
5. ARTICLES SOUMIS SUR L'EXPLOITATION DURABLE DES TUNNELS ROUTIERS.....	17
6. Orientations futures et nouveaux sujets possibles pour le comité.....	18
Références bibliographiques .....	19
PROJET DE CONCLUSIONS .....	19

## **RÉSUMÉ EXÉCUTIF**

De plus en plus de tunnels sont construits pour franchir des obstacles naturels ou des zones urbaines. Les tunnels existants accueillent un trafic croissant et un nombre significatif d'entre eux nécessitent une remise à neuf. Dans tous les cas, un équipement efficace de même qu'une exploitation économique et sécuritaire est nécessaire. Depuis sa création en 1957, le Comité technique C.4 de l'AIPCR sur l'exploitation des tunnels routiers étudie les différentes caractéristiques des tunnels routiers, soit la géométrie, l'équipement, l'exploitation, l'impact environnemental et la sécurité.

Cette session sur la sécurité en tunnel va présenter les activités et les résultats du Comité technique C.4 des quatre dernières années. Elle examinera plus en détail différentes questions qui justifient une discussion avec l'auditoire.

Au cours du cycle 2008-2011 de l'AIPCR, énormément de travail a été fait pour rassembler les meilleures pratiques dans le domaine de l'exploitation en tunnel, et au niveau de la gestion pour améliorer la sécurité des usagers en tunnel. Nous espérons que cette session va permettre de tirer les leçons d'études consacrées aux situations normales et aux situations d'urgence. Il sera discuté de la façon de tenir compte du comportement de l'utilisateur et, si possible de l'améliorer, pendant les phases de conception et d'exploitation des tunnels, ainsi que des meilleures pratiques pendant les travaux de réhabilitation de tunnels.

Cette session se conclura par une discussion avec l'auditoire sur les orientations futures et les nouveaux sujets possibles pour le Comité d'exploitation des tunnels routiers au cours des prochaines années.

## **MEMBRES DU COMITÉ AYANT CONTRIBUÉ AU RAPPORT**

Pierre Schmitz, Belgique  
Robin Hall, Royaume-Uni  
Alexandre Debs, Canada-Québec  
Ignacio Del Rey, Espagne  
Didier Lacroix, France

## 1. INTRODUCTION

Au cours du cycle 2008-2011 de l'AIPCR, le Comité technique C.4 sur l'exploitation des tunnels routiers a abordé une série de questions clés dans le cadre des termes de référence suivants :

- Améliorer l'exploitation et l'entretien de tunnel;
- Gérer et améliorer la sécurité en tunnel;
- Influencer le comportement des usagers dans les tunnels;
- Optimiser la ventilation en tunnel et atténuer les incendies;
- Évaluer, organiser et communiquer les connaissances sur l'exploitation et la sécurité en tunnel.

Des stratégies furent sélectionnées pour traiter ces sujets et des productions prévues sous forme de rapports techniques, d'articles, de séminaires internationaux et d'ateliers. Les activités techniques furent suivies par cinq groupes de travail qui ont préparé les productions, avant qu'elles soient discutées et approuvées par le Comité. Le Rapport d'activité de l'AIPCR donne un compte-rendu détaillé des activités et des productions.

Les rapports techniques et autres productions publiés ou préparés durant ce cycle sont énumérés ci-dessous:

### Groupe de travail 1 – Exploitation des tunnels routiers

- Recommandations pour une gestion stratégique de la sécurité en tunnel;
- Meilleures pratiques pour des exercices d'urgence en tunnel routier;
- Gestion de l'entretien et des inspections techniques de tunnels routiers;
- Aspects du cycle de vie de l'équipement électrique de tunnel routier.

### Groupe de travail 2 – Sécurité des tunnels routiers

- Pratique courante d'évaluation des risques dans les tunnels routiers;
- Amélioration de la sécurité dans les tunnels existants.

### Groupe de travail 3 – Influencer le comportement de l'utilisateur en tunnel

- Éducation des usagers.

### Groupe de travail 4 – Qualité de l'air, incendie et ventilation

- Émissions de véhicules et demande en air frais;
- Caractéristiques d'incendie de dimensionnement pour les tunnels routiers.

### Groupe de travail 5 – Gestion de la connaissance

- Manuel des tunnels routiers;
- Dictionnaire des tunnels routiers.

D'autres activités préparées au cours de ce cycle incluent:

- 3 ateliers traitant de sécurité, d'exploitation et de remise à neuf de tunnels ont eu lieu à Montréal (Canada), Auckland (Nouvelle-Zélande) et Saint-Petersbourg (Russie);

- 1 séminaire à Buenos Aires (Argentine) sur les tunnels et les applications STI, et 1 séminaire à Xiamen (Chine) sur la construction, l'exploitation et la gestion des tunnels routiers;
- 1 session technique spéciale sur la viabilité hivernale des tunnels routiers au cours du Congrès international de la viabilité hivernale de l'AIPCR à Québec (Canada).

La session sur *La Sécurité en tunnel* va débiter par une vue d'ensemble des activités du Comité C.4 au cours du cycle 2008-2011. Elle se concentrera ensuite sur quelques questions spécifiques sélectionnées et reportées à la présente session car elles constituent des éléments critiques qui nécessitent clarification et discussion au Congrès :

- Amélioration de la sécurité des tunnels existants par l'exploitation et l'éducation;
- Construction durable et exploitation de tunnels routiers;
- Incendies de dimensionnement pour la construction et la remise à neuf de tunnels.

Une discussion avec l'auditoire sera consacrée à la collecte d'idées et de sujets pour les orientations futures du Comité technique sur l'exploitation des tunnels routiers durant le cycle 2012-2015 de l'AIPCR.

Les sections suivantes de ce rapport fourniront une introduction à chaque thème présenté et discuté au cours de la session.

## **2. GESTION DE L'EXPLOITATION EN TUNNEL**

Alors qu'au cours des cycles précédents l'attention s'était concentrée sur la conception de systèmes et d'équipements pour tunnels, le Comité C.4 a consacré des efforts considérables durant ce cycle pour émettre des recommandations quant à la gestion et l'exploitation d'un tunnel.

### **2.1. Gestion stratégique de la sécurité en tunnel**

La raison d'être de la gestion des tunnels routiers est de fournir une prestation de services sécuritaire et efficace, et il est reconnu que cette prestation exige la gestion de:

- l'espace routier – auquel s'ajoutent les règles d'infrastructure et les procédures pour un passage sécuritaire à travers le tunnel;
- l'infrastructure, les installations et les systèmes – les actifs disponibles pour faciliter un passage sécuritaire et fiable à travers le tunnel;
- les personnes – ceci inclut le personnel, les usagers et les services d'urgence, les premiers répondants aux incidents et situations, ainsi que tous les entrepreneurs.

De plus, une gestion efficace de tout tunnel routier requiert non seulement une gestion efficace durant l'exploitation normale mais aussi durant les incidents et en situation d'urgence. Cette gestion doit être complétée par toutes les procédures d'urgence et par une coordination avec les services d'urgence. À la suite de tout incident, des exercices, des manœuvres et même un essai de quasi-accident doivent, à titre de leçon, servir à apporter des améliorations et à prévenir la récurrence. (Note: un « quasi-accident » peut être défini comme étant un accident qui a eu lieu, ou qui a été évité de justesse aux approches du tunnel ou à l'intérieur, n'ayant causé aucune blessure, ni décès ou dommage matériel important mais qui aurait pu être beaucoup plus grave.)

Le niveau et la qualité du service à l'utilisateur dépendent évidemment de la nature et de la performance des exploitants du tunnel et des équipements de sécurité en place. Ils dépendent aussi de la façon dont les exploitants du tunnel, le personnel d'entretien et les équipements de sécurité sont gérés et coordonnés. Par conséquent, la gestion et le suivi de la performance de ces fonctions sont d'une grande importance. Les ressources mobilisées pour effectuer la gestion et les tâches de supervision doivent être convenablement qualifiées, expérimentées et compétentes pour assumer ce rôle et doivent s'investir dans la formation professionnelle continue.

Le Comité C.4 a produit un rapport pour formuler ce qui se fait dans le monde dans ce domaine. Le rapport promeut les meilleures pratiques en décrivant les différentes façons de réaliser une gestion efficace de tunnels routiers. Le rapport définit l'organisation, la structure et les fonctions d'une gestion stratégique de la sécurité en tunnel. Des recommandations concernant l'organisation, le recrutement et le développement sont énoncées en termes généraux.

Les responsabilités liées à l'exploitation d'un tunnel varient d'un pays à l'autre et peuvent également varier entre des tunnels d'un même pays. Ainsi, l'exploitation d'un tunnel peut être placée sous la responsabilité soit d'un organisme public, soit d'une compagnie privée. Elle pourrait même être une fonction occupée par une organisation ayant la responsabilité d'un tunnel spécifique ou de plusieurs tunnels. Ce rapport fournit des recommandations qui seraient applicables autant par les organisations publiques que privées et acceptables (complémentaires), quel que soit le mode de gestion en usage pour un tunnel routier.

Il est à espérer que ce nouveau guide aidera les autorités administratives et les propriétaires de tunnel à améliorer l'exploitation de la sécurité de leurs tunnels. Toutefois, il est noté que la gestion d'un tunnel est un processus dynamique et qu'à l'avenir des changements surviendront à mesure que de nouvelles règles et de nouvelles pratiques de travail s'instaureront.

## 2.2. Meilleures pratiques pour des exercices de sécurité en tunnel

Les exercices doivent être considérés comme faisant partie intégrante du processus de planification de sécurité du tunnel et non comme une option isolée. Le Comité C.4 a produit un rapport qui présente les meilleures pratiques pour la tenue d'exercices de sécurité en tunnel routier. Il s'agit d'un guide étape par étape permettant de définir les objectifs, exécuter la préparation d'un exercice, le réaliser et l'évaluer de la manière la plus efficace et productive. Il comprend également des informations pratiques sur les ressources et les personnes, le coût et les résultats à atteindre.

La liste suivante, qui énumère les étapes clés dans la préparation d'un exercice, est un exemple des recommandations utiles qui sont fournis :

1. Convenir du scénario, de l'étendue et du but de l'exercice avec la haute direction;
2. Réunir une équipe multidisciplinaire pour la planification d'exercices et convenir des objectifs à réaliser dans chaque zone devant faire l'objet d'un exercice;
3. Esquisser et développer ensuite les principales étapes de l'exercice et les horaires correspondants;
4. Déterminer et confirmer la disponibilité à participer des organismes extérieurs, tels les médias et les organismes bénévoles;
5. Lister les installations nécessaires pour l'exercice et confirmer leur disponibilité, par exemple les transports, les bâtiments et les équipements;

6. Veiller à ce que toutes les communications utilisées durant l'exercice soient testées à un stade antérieur à l'exercice. S'il s'agit d'un exercice en direct, tester les radios et les téléphones cellulaires aux endroits où ils seront utilisés, le plus près possible de la date prévue de l'exercice;
7. Vérifier que les observateurs, pour chaque stade de l'exercice, soient clairement identifiés et correctement informés;
8. S'assurer que le personnel dirigeant soit clairement identifié et correctement informé, et qu'il ait de bonnes communications indépendantes avec les contrôleurs de l'exercice tout au long de celui-ci;
9. Si l'exercice associe un certain nombre d'activités ou de fonctions indépendantes les unes des autres, confirmer que chacune d'entre elles a été testée individuellement au préalable;
10. S'assurer que tous les participants ont été mis au courant;
11. Veiller à ce que tous les acteurs soient au courant des procédures à suivre si un cas d'urgence réel se produit au cours de l'exercice;
12. Si des spectateurs sont invités, incluant les médias, veiller à ce qu'ils soient clairement identifiés, correctement rassemblés et informés de la progression de l'exercice. Veiller à leur sécurité;
13. Pour un exercice de plus longue durée, prévoir un service de restauration et un service sanitaire;
14. Veiller à ce que les organismes extérieurs soient indemnisés dans le cas où un accident survient en cours d'exercice;
15. Avertir les médias locaux, les centres d'appel des services d'urgence et tout voisin qui pourrait être inquiet ou touché par l'exercice. Si approprié, positionner des panneaux d'avertissement tel que « Exercice en cours »;
16. Veiller à ce que la haute direction, le personnel de direction, les observateurs et les acteurs clés soient au courant du temps et du lieu pour le débriefing à chaud et distribuer un calendrier pour le débriefing à froid;
17. Convenir d'une série de recommandations détaillées. Accompagner chacune d'elle d'un destinataire de l'action et d'un échéancier;
18. Préparer un rapport de synthèse clair et précis de l'exercice ainsi que des recommandations principales à distribuer à toutes les organisations et tous les groupes y ayant pris part;
19. Discuter avec la haute direction du résultat de l'exercice et convenir du programme d'un futur exercice.

Un examen des réponses à un exercice d'urgence par les services d'urgence et les organismes portant assistance est indispensable. Ceci fournit l'occasion d'évaluer l'efficacité, d'apprendre de l'expérience acquise et aussi d'offrir une source d'information pour faciliter à l'avenir la planification, la formation et l'exécution de l'exercice. Idéalement, ce processus peut être réalisé par une série de débriefings à tous niveaux au sein de tous les organismes concernés et se conclure par un débriefing multi-organismes. Les débriefings à chaud (ceux qui ont lieu immédiatement après l'événement) peuvent être un moyen utile de saisir une réaction immédiate qui peut ne pas être révélée par le débriefing à froid (qui a lieu en différé). Toutes les actions identifiées par le débriefing devraient être prises en compte par une personne ou une agence désignée, et assorties d'une échéance. Les organisations peuvent souhaiter envisager la nomination d'un animateur neutre pour le débriefing. Il est important qu'une atmosphère non menaçante soit maintenue afin que les personnes n'aient pas peur d'être honnêtes au sujet de leurs expériences et de leurs problèmes.

Un exercice majeur multi-organismes peut être à la fois long et coûteux à organiser et à entreprendre. Il est particulièrement utile, donc, de produire un rapport d'exercice après le débriefing. Il devrait être bref et bien présenté, de manière à encourager la haute direction à en prendre connaissance. Le rapport doit couvrir le but, les objectifs, le scénario, le processus de planification, inclure les observations, tant positives que négatives, de l'exercice et conclure à des recommandations pour l'avenir. Il est également important de se conformer aux recommandations et de préparer un rapport de suivi au plus tard 6 mois suivant la publication du rapport d'exercice en y stipulant quelles mesures ont été prises et ce qui est prévu.

### 2.3. Gestion de l'entretien et inspections techniques de tunnels routiers

Les tunnels sont considérés comme une infrastructure routière constituée d'un revêtement d'asphalte, de composants structurels et de drainage, mais ils comprennent également des installations techniques complexes avec des centaines de systèmes et de sous-systèmes qui doivent fonctionner dans des conditions parfois extrêmes.

Les tunnels routiers d'aujourd'hui sont complexes et ont plus en commun avec certaines installations industrielles qu'ils n'en ont avec le reste du réseau routier. Ils sont généralement dotés d'un éventail d'équipements de contrôle et d'équipements de communications mécaniques et électriques pour assurer la sécurité des usagers. Cet équipement doit être régulièrement entretenu afin de fonctionner correctement lorsque requis.

Ces équipements peuvent être classés en deux groupes: les dispositifs de type électromécanique (éclairage, ventilation, alimentation, etc.) et les dispositifs opérationnels plus sophistiqués (surveillance à distance, communication, gestion technique centralisée, etc.). Le premier groupe d'équipements a un cycle de vie de l'ordre de quelques dizaines d'années. Le second groupe fait appel à des technologies de plus en plus complexes (notamment électroniques) et souvent, a un cycle de vie d'une décennie. Il exige plus de soins à maintenir et une connaissance technique plus spécialisée.

La présence de ces équipements impose ainsi à l'exploitant d'un tunnel routier l'obligation de mener à bien à intervalles réguliers des travaux d'entretien très divers. Plusieurs options sont disponibles: des interventions de type correctives et / ou d'entretien préventif, l'utilisation de ressources internes et / ou en sous-traitance. Grâce à ces différentes options, l'exploitant peut développer une stratégie d'entretien visant à équilibrer les ressources disponibles (personnel et budget) aux besoins opérationnels de l'équipement. Les résultats de cette stratégie devraient être évalués en effectuant des inspections techniques à intervalles réguliers.

Le Comité C.4 a établi un rapport contenant des recommandations pour l'entretien des tunnels routiers. Le rapport se concentre sur les équipements. Les aspects relatifs aux installations telles que les issues de secours, le système de drainage, etc. et la chaussée sont décrits très brièvement, mais les dispositions pour l'entretien des structures primaires de génie civil (tunnels, structures de ventilation, structures de salle des machines, etc.) ne sont pas abordées. Les informations et recommandations contenues dans le rapport sont le résultat de contributions écrites individuelles ainsi que de suggestions faites lors des réunions du groupe de travail. En outre, des questionnaires ont été envoyés à tous les pays membres du comité des tunnels et les réponses fournies par de nombreux pays ont donné une perspective plus large des pratiques actuelles d'entretien.



#### 2.4. Aspect du cycle de vie de l'équipement électrique de tunnel routier

Les coûts du cycle de vie (CCV) des équipements monopolisent l'attention des propriétaires et exploitants de tunnels, ainsi que des organismes gouvernementaux. La connaissance des coûts du cycle de vie des équipements peut être utilisée pour optimiser les coûts d'investissement au cours des premières étapes de la conception d'un système de tunnel. D'autre part, cette notion est également utile dans l'organisation de l'entretien périodique de l'équipement.

Le Comité C.4 a préparé un rapport qui décrit comment les CCV servent d'appui à la conception des équipements ainsi qu'aux concepts d'entretien. Ayant à l'esprit que les décisions d'investissement sont souvent axées sur la technologie et que le coût de l'équipement a augmenté de façon spectaculaire au cours des dernières années, le rapport permet de comprendre le processus du cycle de vie, et les processus de vieillissement de l'équipement.

Une enquête internationale a été menée afin d'obtenir un aperçu du comportement actuel des propriétaires de tunnel en ce qui concerne la maintenance du système et le remplacement de composants. Les réponses ont démontré que la durée de vie moyenne des équipements, selon le type, est généralement comprise entre 10 et 25 ans.

De grandes variations dans les durées de vie des équipements ont été trouvées, ce qui n'est pas surprenant: les systèmes électroniques et les équipements de surveillance, tel les systèmes SCADA, ont une durée de vie relativement limitée. Les systèmes mécaniques, d'alimentation et de câblage ont une espérance de vie supérieure, qui atteint 20 ans et plus. La durée de vie d'appareils d'éclairage est étonnamment courte, car l'impact de l'air ambiant du tunnel a probablement détérioré le matériau plus rapidement que prévu. Le reste des systèmes typiques de tunnel, comme les équipements de sécurité ou de signalisation, sont positionnés dans le milieu de l'échelle, avec durée de vie moyenne d'environ 15 ans.

Le rapport présente quelques concepts théoriques sur divers aspects des CCV, qui méritent d'être pris en considération. Un accent particulier est mis sur les conditions environnantes, qui ont une forte incidence sur le processus de vieillissement: la température en tant que facteur clé est discutée, en démontrant que le maintien de températures basses dans les locaux techniques est essentiellement un « bon investissement ». Plus de détails sont donnés pour deux des systèmes typiques de tunnel – l'éclairage et le système SCADA.

Le rapport montre combien il est utile d'examiner les facteurs spéciaux qui influent sur l'espérance de vie des systèmes et des composants, tels que la température, l'humidité, le stress mécanique et l'environnement. L'influence de la température est souvent sous-estimée. En utilisant l'équation d'Arrhenius, il peut être démontré que le vieillissement est très affecté par la température ambiante. Une attention particulière doit donc être accordée à la température ambiante dans les locaux qui abritent des équipements et des dispositifs de contrôle.

### 3. QUESTIONS STRATEGIQUES POUR LA SÉCURITÉ EN TUNNEL

Au cours du cycle 2008-2011, le comité C.4 a préparé un certain nombre de rapports sur des sujets d'importance stratégique pour la conception et l'exploitation des tunnels. Ces rapports s'appuient sur les résultats de travaux des cycles précédents.

#### 3.1. Évaluation du risque

L'évaluation du risque est un élément fondamental du processus d'évaluation des risques. C'est la procédure par laquelle il est tenu compte de la tolérance au risque, habituellement en mesurant le risque calculé par rapport aux critères prédéfinis d'acceptation des risques. La définition de ces critères n'est pas universelle, mais est intégrée dans un environnement juridique, social et culturel spécifique et elle est influencée par de nombreux aspects. Bien qu'il n'existe pas de critères de risque universellement acceptés pour les tunnels routiers, des critères sont établis et en usage dans quelques pays, pour certaines applications.

L'évaluation des risques peut prendre plusieurs formes. On retrouve d'une part les approches qualitatives qui se basent sur un système de pointage, suivant la mise en œuvre de critères de conception prescriptifs et normatifs. On retrouve d'autre part les approches quantitatives, où l'analyse du risque a été utilisée pour dériver les risques et les calculer en fonction des probabilités d'occurrence en termes de valeurs attendues ou de courbes FN. L'évaluation des approches quantitatives constitue l'objet principal de ce rapport, en particulier pour les risques sociétaux. Des exemples d'applications pratiques utilisées dans divers pays sont cités à titre de référence.

Ce rapport doit être lu conjointement avec le rapport de l'AIPCR, « L'Analyse des risques pour les tunnels routiers », qui a été produit au cours du cycle 2004-2007. Par souci d'exhaustivité, certains éléments clés du rapport précédent sont également inclus dans le présent rapport, y compris une mise à jour de l'enquête sur les méthodes pratiques d'analyse des risques.

Pour un tunnel en particulier, le risque sociétal peut être évalué en fonction de critères absolus ou relatifs, ou les deux, comme c'est souvent le cas dans la pratique. L'évaluation des critères absolus requiert d'établir un seuil convenu ou un risque cible. Le risque calculé pour le tunnel doit se situer en-dessous de ce seuil pour être acceptable. L'évaluation des critères relatifs nécessite généralement l'établissement d'un profil de risques de référence qui représente un tunnel comparable, réputé pour avoir un niveau de risque acceptable, généralement parce qu'il est conforme à toutes les normes et lignes directrices pertinentes. Pour être acceptable, le risque calculé pour le tunnel doit alors être suffisamment inférieur à celui du tunnel de référence.

Pour le risque exprimé comme la valeur attendue (expected value, EV), qui correspond au risque en termes de décès annuels anticipés, l'évaluation est assez simple, bien que la définition de la valeur seuil, si elle n'est pas acceptée à l'échelle nationale, nécessitera un examen attentif dans le cadre d'un projet spécifique visant à obtenir le consensus de toutes les parties prenantes. Cette approche est facile à appliquer, mais ne tient pas compte de la répartition des conséquences (les accidents avec une probabilité très faible et aux conséquences très importantes contribuent, mais dans une moindre mesure, à la valeur attendue). Le cas échéant, un facteur de l'aversion au risque peut être inclus pour compenser le fait que les incidents avec un nombre élevé d'accidents mortels soient moins acceptables que les incidents plus fréquents avec moins de décès.

Pour le risque exprimé sous la forme d'une courbe FN, l'information graphique est fournie sur la fréquence des incidents et la distribution du nombre de décès parmi ces incidents. Dans certains pays, les critères absolus d'évaluation sont définis sous la forme de limites d'acceptation sur le diagramme FN et ces lignes de référence sont en général strictement liées à une méthode d'analyse spécifique ou à un modèle de risque. Les limites d'acceptation dans le diagramme FN ont souvent des limites supérieure et inférieure entre lesquelles est définie une zone ALARP, où les risques devraient être aussi faibles que raisonnablement réalisables. Les risques dans cette zone devraient normalement être réduits tant que le coût de la réduction du risque n'est pas disproportionné par rapport à l'avantage en termes de coûts.

Tout comme le critère absolu pour le risque en termes de valeur attendue (EV), la définition des courbes limites d'acceptabilité dans le diagramme FN n'est pas simple et s'avère souvent un processus à long terme dans lequel tous les acteurs sont impliqués. L'approche comparative à l'aide des courbes FN est très utile pour comparer des solutions de rechange fondées sur les risques, mais les graphiques FN peuvent être difficiles à interpréter et il faut les lire très attentivement, en particulier là où les courbes se croisent.

Pour augmenter la robustesse de l'évaluation du risque, les différentes stratégies d'évaluation du risque décrites sont souvent combinées entre elles, de même qu'avec d'autres approches, telles que l'analyse de scénarios où des scénarios spécifiques sont étudiés (modélisés) pour aider à optimiser le niveau de prestation de sécurité afin de répondre aux critères de risque tels que la tenabilité ou le temps d'évacuation, et l'analyse de la rentabilité, où les mesures de sécurité peuvent être priorisées afin de s'assurer que les ressources sont dépensées de manière à obtenir une réduction maximale du risque.

Sur la base des informations présentées dans ce rapport, il est recommandé que l'analyse et l'évaluation des risques ne forment que l'une des nombreuses bases pour la prise de décision en gestion de la sécurité du tunnel et que, pour déterminer les critères d'évaluation du risque, il est entendu que la stratégie d'évaluation des risques dépend grandement de la méthode d'analyse de risques choisie, de la portée spécifique et des circonstances de l'évaluation des risques. Bien que les modèles de risque essaient de simuler le plus possible la réalité et de mettre en œuvre une base de données réaliste, il est important de prendre en compte que les modèles ne peuvent jamais prédire les événements réels et qu'il y a un degré d'incertitude et de flou dans les résultats. Compte tenu de cette incertitude, les résultats de l'analyse quantitative des risques doivent être considérés comme exacts seulement à titre d'ordre de grandeur et doivent être soutenus par des études de sensibilité ou des études similaires. L'évaluation des risques par comparaison relative (par exemple, celle d'un état existant à un état de référence d'un tunnel) peut améliorer la robustesse des conclusions tirées, mais un soin particulier doit être apporté à la définition du tunnel de référence. Enfin, l'interprétation des résultats des analyses de risques exige une expérience et une compréhension suffisantes des méthodes et des stratégies d'évaluation utilisées.

D'un point de vue juridique, il est à mentionner qu'une approche systématique, telle l'évaluation des risques basée sur une analyse des risques systématique et bien préparée, sert bien le processus décisionnel en tant que défense dans le cadre d'une éventuelle enquête judiciaire auprès d'un décideur, ses conseillers et leurs décisions.

### 3.2. Améliorer la sécurité dans les tunnels existants

Les tunnels existants ont généralement besoin d'être mis à niveau périodiquement afin de suivre les évolutions en matière de sécurité. Pour soutenir ces activités, il est important de

comprendre les priorités et les méthodes pour améliorer la sécurité, tenant compte l'infrastructure, de la prévention des accidents et de l'exploitation. Le Comité C.4 a établi un nouveau rapport qui examine ces questions et fournit des orientations utiles.

Pour les tunnels déjà en exploitation, le niveau de sécurité doit être évalué pour déterminer si une mise à niveau est nécessaire ou non, et comment des mesures d'amélioration peuvent être mises en œuvre de la manière la plus rentable pour améliorer la sécurité.

Certaines questions doivent être abordées avant d'entreprendre des travaux. En effet, les points faibles du tunnel existant doit être identifiés, soit par:

- une approche sur les moyens d'identifier les points faibles;
- une liste des points faibles typiques et des mesures possibles.

Ensuite, il est nécessaire d'entreprendre méthodiquement le programme de remise à neuf ce qui mène aux questions suivantes:

- Comment peut-on identifier les réponses possibles?
- Comment définir des priorités pour la mise en œuvre des mesures de sécurité?
- Des mesures d'atténuation peuvent-elles être implantées?

Par conséquent, la recommandation du présent rapport vise à:

- détailler une approche générale pour l'exécution des travaux;
- décrire les points faibles du système et les mesures de sécurité alternatives possibles.

Le résultat final de ce rapport est un outil pratique avec des exemples spécifiques. Le rapport se concentre en particulier sur les questions de sécurité, à l'exception des questions de réparations majeures et de stratégies d'entretien, qui font partie d'un autre domaine de la mise à niveau de sécurité du tunnel, même si l'obsolescence du tunnel existant fait partie du programme de remise à neuf.

L'approche proposée dans le présent rapport permet de déterminer, pour un tunnel existant, la façon d'identifier les questions clés, de réduire les conséquences des incidents, de définir les priorités pour la mise en œuvre des mesures de sécurité, et de choisir des mesures de compensation.

Une méthode en cinq étapes a été proposée afin de réaliser et de préparer de tels travaux:

- Étape 1 : « Mettre en place un cadre de sécurité », l'objectif ici est de définir le cadre réglementaire applicable et le plus approprié à un tunnel existant;
- Étape 2 : « Étudier la situation actuelle » avec les points clés et la méthodologie proposée pour évaluer l'état actuel du tunnel;
- Étape 3 : « Évaluer le niveau actuel de sécurité du tunnel », avec des lignes directrices générales sur l'évaluation du niveau de sécurité dans les tunnels;
- Étape 4: « Définir un programme d'amélioration de la sécurité » avec des points clés pour définir un champ d'application cohérent de travaux adaptés au tunnel existant en considération;
- Étape 5: « Évaluer le niveau futur de la sécurité du tunnel », afin d'évaluer le niveau futur de la sécurité des tunnels réalisés après les travaux.

En outre, il est crucial de noter que chaque tunnel est unique et différent d'un autre, et que les exigences doivent donc être adaptées au contexte spécifique en :

- recherchant la combinaison optimale : Sécurité - Coût - Temps (analyse de la valeur);
- exigeant une approche multidisciplinaire;
- s'investissant dans un processus complexe et itératif.

Il est clair qu'une solution pour un tunnel ne peut être appliquée à un autre, puisque des solutions typiques et génériques ne fournissent pas de réponse pertinente. Le présent rapport vise uniquement à fournir une méthodologie commune pour l'amélioration du niveau de sécurité des tunnels existants.

Le rapport met l'accent sur une approche globale pour élaborer des programmes de rénovation, et par conséquent, ce n'est pas :

- une méthode spécifique pour l'évaluation des risques. Le *Rapport sur l'évaluation des risques* décrit ces sujets plus en détail;
- une méthode fixe pour chaque étape, de sorte que l'on peut adopter une évaluation appropriée tenant compte du contexte du tunnel, de la pratique locale et d'une évaluation spécifique;
- un substitut à la refonte des systèmes existants ou à de travaux majeurs, qui constituent un autre aspect;
- une évaluation de l'entretien, même si les problèmes d'entretien peuvent faire partie de la stratégie du programme de remise à neuf.

### 3.3. L'éducation des usagers

Le rapport de l'AIPCR intitulé « Les facteurs humains et la sécurité du point de vue des usagers », publié en 2008, résume une meilleure compréhension du comportement des usagers des tunnels routiers. Il fournit également une présentation détaillée des recommandations basées sur cette compréhension, en ce qui concerne la conception et l'exploitation des tunnels. Un point précis soulevé dans la conclusion du rapport de 2008 était que « les usagers ont besoin de comprendre le comportement à adopter dans les tunnels ».

Le Comité C.4 a abordé ce point au cours du cycle 2008-2011, en préparant un rapport sur « l'éducation des usagers ». Le public visé par ce rapport est celui des organisations et des individus qui développent et fournissent des programmes de formation et d'information aux usagers de tunnel routier. Il s'applique aux programmes nationaux, régionaux et locaux. Son objectif est de fournir aux intervenants les méthodes et les outils pour mettre en œuvre ce type de programmes. Une attention particulière a été portée au processus éducatif visant à aider les usagers à mieux comprendre le comportement à adopter dans les tunnels. Le rapport est structuré de manière à refléter l'expérience réelle des usagers au moment où ils traversent un tunnel, et ce, dans trois situations: en situation normale, lors d'incidents mineurs et lors d'incidents majeurs.

Le document débute par un bref examen des principaux aspects relatifs à notre connaissance du comportement humain dans les tunnels routiers. Le rapport développe ensuite des propositions d'éléments pédagogiques pour les formateurs, suivies d'instructions pratiques destinées aux usagers. Le document propose finalement un certain nombre de suggestions et de propositions qui peuvent être utiles pour la prestation d'activités de formation et de communication.

Les principales conclusions du rapport sont résumées ci-dessous:

- Comprendre le comportement humain dans les tunnels routiers est important pour structurer ce type d'action;
- Les conducteurs de véhicules de marchandises et d'autres conducteurs professionnels (taxis, transports publics, etc.) pourraient jouer un rôle de chefs de file dans des incidents, en particulier dans les situations où les usagers doivent être évacués. Cette catégorie d'usagers est donc considérée comme un groupe-cible spécial pour le développement de programmes de formation et d'information;
- Les organisations responsables de l'élaboration et la mise en œuvre des programmes de formation sont invités à se reporter au chapitre 3, intitulé « Qu'est-ce qui doit être enseigné aux usagers du tunnel ». Ce chapitre décrit les connaissances générales disponibles en ce qui concerne l'expérience de conduite dans les tunnels. Il fournit également aux stagiaires les connaissances de base qui doivent être assimilées au cours de la formation;
- Les instructions devant être communiquées aux usagers par les médias sélectionnés (brochures d'information, messages radio, etc.) doivent être très brèves;
- En ce qui concerne la formation, les programmes peuvent être développés pour un déploiement soit à un niveau national, ou local (par exemple, là où un ou plusieurs tunnels appartiennent au même réseau ou au même exploitant);
- En ce qui concerne la communication, il est important de maintenir une cohérence entre l'éducation nationale et locale et les programmes de formation.

#### 3.4. Émission de véhicules et demande en air frais

Le but d'un système de ventilation du tunnel est généralement de contrôler la qualité de l'air dans le tunnel sous des conditions d'exploitation normales et le déplacement de la fumée en cas d'un incendie en tunnel. Bien que le cas de l'incendie est souvent le cas déterminant pour le dimensionnement du système, dans d'autres cas, tels que les tunnels ruraux situés en altitude élevée ou dans les tunnels urbains aux débits de circulation importants et aux embouteillages fréquents, c'est la demande d'air frais pour le fonctionnement normal qui peut être déterminante. La capacité de ventilation du tunnel dépend de la demande d'air frais nécessaire pour diluer les émissions des véhicules pour que la qualité de l'air soit maintenue dans le tunnel.

Comme les normes d'émission pour les véhicules neufs ne cessent de se resserrer et que le parc de véhicules est soumis à un renouvellement continu, les bases de données pour le calcul des émissions des véhicules, ainsi que la demande subséquente d'air frais, doit également être mis à jour.

Le Comité C.4 a produit un nouveau rapport pour aider à définir la quantité minimum d'air neuf requis pour assurer une qualité de l'air et des seuils de visibilité adéquats en tunnel. Ce rapport fournit les facteurs d'émission pour les gaz d'échappement polluants : CO, NO<sub>x</sub> et PM, ainsi que les facteurs appropriés pour les émissions de particules ne provenant pas des pots d'échappement de véhicules particuliers, d'autobus, de camions commerciaux légers et de poids lourds. Ce rapport remplace intégralement le précédent rapport sur les émissions des véhicules et la demande d'air frais publié par l'AIPCR en 2004.

#### 3.5. Incendie de dimensionnement en tunnels routiers

Un « incendie de dimensionnement » donne une définition des caractéristiques du feu utilisées pour établir la taille de l'équipement dans les tunnels, les scénarios à envisager lors de l'élaboration des plans d'intervention d'urgence, et l'impact des incendies sur la structure. Cette approche peut se définir comme étant le taux de dégagement maximum

de chaleur, ou peut inclure un examen des sources de combustion possibles et du taux de croissance de l'incendie.

Un facteur à considérer pour la sécurité des usagers est le taux de croissance de l'incendie, qui affecte les conditions dans le tunnel lors de la phase « d'auto sauvetage ». Une bonne compréhension de la rapidité à laquelle un incendie peut se développer est un facteur d'importance pour la conception des systèmes de ventilation, de suppression et de détection incendie, de même que pour la détermination des stratégies d'évacuation. Le taux maximum de dégagement de la chaleur est une préoccupation au cours de la phase de lutte contre l'incendie. L'objectif au cours de cette phase est d'assurer des conditions adéquates à l'égard du contrôle de la fumée et du rayonnement de l'incendie, le temps nécessaire à l'extinction du feu.

La conception des structures utilise le concept « température en fonction du temps » pour l'analyse de la structure, plutôt que celui du taux de dégagement de chaleur. En évaluant la distribution de température dans une structure, la résistance structurale peut être estimée et des mesures peuvent être prises dans la conception pour éviter un risque d'effondrement progressif.

En règle générale, une approche normative a été adoptée pour laquelle une taille spécifique d'incendie spécifique est choisie. Ces tailles sont de l'ordre de 5 à 30 MW selon le type de véhicule. Toutefois, depuis les graves incendies survenus dans les tunnels routiers européens à la fin des années 1990, beaucoup de travail a été entrepris pour évaluer les risques d'incendie et les tailles d'incendie pouvant se produire selon différents véhicules et différents scénarios. L'ampleur de ces incendies remet en question la pertinence des hypothèses déjà établies pour des tailles d'incendie de dimensionnement utilisées dans la conception de tunnels routiers et a suscité beaucoup de débats dans la communauté.

En 1999, le Comité d'exploitation des tunnels routiers a recommandé, dans sa publication « Incendie et désenfumage dans les tunnels routiers », une taille maximum de feu de 30 MW. En ce qui concerne les poids lourds et les véhicules transportant des matières dangereuses, le rapport indique la possibilité de niveaux plus élevés du taux maximum de dégagement de chaleur, basé sur un essai de feu de poids lourd qui indiquait un taux de dégagement de chaleur (HRR) maximum d'environ 100-120 MW, mais il ne donne pas de recommandation spécifique. De récentes études européennes, en particulier les projets de recherche européens tels que FIT et UPTUN, ont fourni un bon aperçu des aspects généraux des incendies en tunnels. De plus, des expériences à grande échelle ont été menées pour tenter de définir l'ampleur possible des incendies qui peuvent se produire.

Cependant, si ce n'est recommander des feux de dimensionnement encore plus grands, ces travaux ont été peu utilisés dans des codes et des normes, surtout en raison de la complexité des questions et au manque de synthèse de toutes les données disponibles. Les données expérimentales sont potentiellement la source la plus fiable d'informations mais les données disponibles ont été recueillies dans des tunnels possédant des caractéristiques géométriques quelques peu différentes des tunnels routiers normaux. Ces données tendent à suggérer de très grandes tailles de feu avec un taux de croissance rapide. Toutefois, ces données doivent être revues dans le contexte de tunnels de plus grande dimension, plus représentatif des tunnels routiers, et prendre en compte l'influence de la ventilation dès le début de l'incendie.

Les tailles plus importantes d'incendie, considérées comme le résultat de ces incidents et de ces tests, conduisent à une réflexion plus large sur l'approche de sélection d'un incendie de dimensionnement. L'approche normative est basée sur les exigences générales qui sont énoncées en termes de valeurs fixes. L'alternative, une approche basée sur les performances, est généralement fondée sur des objectifs énoncés explicitement qui donnent la liberté de développer des modèles innovateurs répondant à ces objectifs. La démarche de conception basée sur la performance peut être utilisée pour les tunnels nouveaux et existants afin d'atteindre les objectifs fixés au niveau des incendies et de la sécurité des personnes, pour soutenir le développement d'alternatives aux exigences de codes normatifs ou pour évaluer la sécurité incendie dans un tunnel dans son ensemble.

Le but de ce rapport est de fournir des conseils et des recommandations sur le choix des feux de dimensionnement, principalement pour des raisons de sécurité des personnes.

## **4. DIFFUSION DES CONNAISSANCES SUR L'EXPLOITATION ET LA SÉCURITÉ EN TUNNEL**

### **4.1. Manuel des tunnels routiers**

Depuis sa création en 1957, le Comité d'exploitation des tunnels routiers (à l'origine appelé le comité «Tunnel routier») a publié des recommandations techniques pour un éventail complet d'aspects concernés dans l'utilisation des tunnels routiers, comme la géométrie, l'équipement et son entretien, l'exploitation, la sécurité et l'environnement. Ces recommandations sont suivies dans le monde entier et sont même souvent utilisées comme base pour les spécifications contractuelles dans de nombreux pays. Les recommandations sont contenues dans 33 rapports publiés par le comité au cours des 15 dernières années. En plus de ces productions, de nombreux articles ont été publiés dans *Routes / Roads*. Le *Manuel des tunnels routiers* est un compendium, mis en ligne, de grande quantité d'informations, diffusées dans ces différents rapports et articles.

Le manuel porte exclusivement sur les aspects opérationnels de ces ouvrages (la géométrie, l'équipement et son entretien, l'exploitation, la sécurité, l'environnement). Il ne considère pas les aspects du génie civil des tunnels (la géologie, la géotechnique, les structures, les revêtements, l'étanchéité, le drainage, etc.), sauf en ce qui concerne leurs effets sur l'exploitation et l'entretien des tunnels routiers.

Le manuel comprend deux parties principales.

La première partie examine les aspects généraux des tunnels routiers. Le chapitre 1 présente les principaux éléments stratégiques dont tout décideur doit tenir compte avant de prendre une décision concernant le choix ou la conception d'un tunnel. Ce chapitre s'adresse en particulier aux décideurs et aux concepteurs de pays qui commencent à s'attaquer à la construction ou à une remise à neuf majeure d'un tunnel. Le chapitre 2 traite de la question cruciale de la sécurité dans les tunnels. En particulier, il considère les méthodes d'analyse des risques. Le chapitre 3 examine les aspects humains qui affectent l'exploitation des tunnels routiers. Les graves incendies de 1999 et 2000 ont confirmé combien il est important de prendre en compte le comportement humain au stade de la conception. Le chapitre 4 examine la gestion et l'entretien des tunnels pour lesquels, en plus de la sécurité, la durabilité est une préoccupation majeure. Le chapitre 5 porte sur les aspects environnementaux de l'exploitation d'un tunnel routier, non seulement en termes de pollution de l'air et de l'eau, mais aussi de pollution par le bruit.



La deuxième partie du manuel traite des éléments particuliers de tunnels en prenant en considération les exigences d'exploitation et de sécurité. Le chapitre 6 traite des caractéristiques géométriques des tunnels et de leur influence sur l'exploitation et la sécurité. Le chapitre 7 traite des installations structurelles soutenant l'exploitation et la sécurité. Ces installations doivent être prises en compte dès les premières étapes dans un projet de tunnel, et leurs impacts, particulièrement sur les coûts, ne doivent pas être sous-estimés. Le chapitre 8 passe en revue les différents types d'équipement de tunnel et donne des recommandations pour l'ensemble de leur cycle de vie. Enfin, le chapitre 9 traite de la performance des matériaux, des structures et de l'équipement exposé au feu.

Le manuel se termine par un glossaire présentant le contenu du dictionnaire des tunnels de l'AIPCR.

Ce manuel a été conçu pour être un document « vivant » afin d'être en mesure de suivre les fréquents développements technologiques qui sont adoptés depuis la conception jusqu'à l'exploitation des tunnels, et pour pouvoir intégrer facilement les nouveaux rapports qui seront produits par le comité au cours des cycles à venir. Dans cette première version (2008-2011), les membres du comité se sont surtout efforcés de définir la structure du manuel et à y intégrer, par le biais de nouveaux textes ou de liens hypertextes, les documents les plus pertinents déjà existants. À long terme, il est prévu que les anciens textes seront revus et corrigés afin de permettre leur insertion directe dans le manuel sans avoir recours à ces liens.

L'accès du public à ce manuel est prévu au cours du congrès. Il sera disponible sur le site de l'AIPCR en anglais, français, chinois et japonais.

#### 4.2. Dictionnaire des tunnels routiers

Plus de 200 termes des dictionnaires et du lexique de l'AIPCR sont liés aux tunnels routiers. Au cours du cycle 2008-2011, le Comité C.4 a passé en revue tous ces termes et leurs définitions, et a proposé de nouvelles définitions pour 150 d'entre eux. Ces 150 termes et leurs définitions ont été traduits en 20 langues.

### **5. ARTICLES SOUMIS SUR L'EXPLOITATION DURABLE DES TUNNELS ROUTIERS**

Bien que les tunnels forment normalement une petite partie d'un réseau routier, ils ont tendance à consommer beaucoup de ressources, autant du point de vue énergétique pour l'éclairage, la ventilation et d'autres services, que du point de vue matériel et humain. L'exploitation des tunnels implique le rejet de polluants dans l'environnement, à la fois gazeux (gaz d'échappement, fumée, poussières) et liquides (hydrocarbures, eau stagnante). Cette session se penchera sur les questions de conception, de construction, d'exploitation, d'entretien et de gestion des tunnels de façon à réduire leur empreinte carbone au minimum, tout en maintenant un régime de fonctionnement sûr et sain. En particulier, les compromis entre l'amélioration de l'environnement local (par exemple, la dispersion par une cheminée des polluants atmosphériques et la filtration) et l'environnement mondial (en termes de budget carbone) seront discutés. Les impacts sur les enjeux environnementaux des textes réglementaires et des lignes directrices visant à améliorer la sécurité des tunnels (comme la directive européenne sur la sécurité des tunnels routiers) seront abordés.

Sept communications seront présentées à cette session.

Quatre documents reflètent les efforts pour réduire les impacts sur l'environnement par des techniques de filtration de l'air, de réduction de la consommation énergétique et de dépendance à des réseaux d'alimentation:

- Résultats de l'essai de filtration d'air dans le tunnel routier M5 Est (Australie);
- Application de la technologie LED pour l'éclairage des tunnels (Espagne);
- Faisabilité de l'utilisation de la trigénération conjointement avec la ventilation du tunnel (Australie);
- Méthode d'enquête de site et de prédiction pour la ventilation naturelle des tunnels (Japon).

Trois exposés seront consacrés à des mesures de sécurité durable, en proposant de nouvelles technologies visant à réduire le niveau de risque dans les pays très froids. Les documents auront pour but de montrer l'importance de considérer les critères de conception compatibles avec le niveau de développement des sociétés, en établissant des critères de tolérance au risque par une méthodologie intégrée d'évaluation des risques utilisant l'analyse quantitative. Une communication portera sur les coûts du cycle de vie et la durabilité de la construction de tunnels en relation avec les différentes méthodes de livraison de projet qui ont été utilisées jusqu'à présent à l'échelle internationale:

- Surveillance thermique des structures d'isolation d'un tunnel autoroutier (Scandinavie);
- Critères de sécurité durable dans les tunnels, le cas du tunnel de Buenavista (Colombie);
- Méthodes de livraison de projet et de développement durable.

## **6. ORIENTATIONS FUTURES ET NOUVEAUX SUJETS POSSIBLES POUR LE COMITE**

Les questions et les stratégies suivantes ont été proposées pour le programme du Comité d'exploitation des tunnels routiers (qui deviendra CT 3.3) dans le prochain cycle.

- Question 3.3.1 « Exploitation durable de tunnel routier » - Identifier les méthodes pour garantir l'exploitation durable de tunnel routier par l'examen des pratiques actuelles.
- Question 3.3.2 « Sécurité intégrée dans les tunnels routiers » - Tirer les leçons de la pratique actuelle en matière de gestion de la sécurité et par l'analyse des accidents et des incendies dans les tunnels routiers à travers le monde.
- Question 3.3.3 « Réseaux routiers souterrains » - Tirer les leçons de la pratique actuelle concernant l'exploitation et la sécurité des réseaux routiers souterrains.
- Question 3.3.4 « Communiquer les connaissances sur l'exploitation et la sécurité des tunnels » - Développer davantage le *Manuel des tunnels routiers* ainsi que d'autres mesures afin de communiquer des connaissances aux pays émergents et en développement.

Ces questions, de même que les stratégies et les résultats, seront présentés et discutés à la session.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les 9 rapports techniques mentionnés dans l'introduction de ce rapport ont été publiés ou rédigés au cours du cycle 2008-2011 et sont les principales références pour cette session.

## PROJET DE CONCLUSIONS

De plus en plus de tunnels sont construits pour franchir les obstacles naturels ou les zones urbaines. Les tunnels existants sont confrontés à une augmentation de trafic et une forte proportion d'entre eux a besoin d'être remis à neuf. Dans tous les cas, une exploitation efficace et sécuritaire est nécessaire. Depuis plus de 50 ans, le Comité d'exploitation des tunnels routiers (auparavant le Comité des tunnels routiers), créé en 1957, s'est engagé dans l'étude de questions sur l'exploitation des tunnels routiers.

Au cours du cycle 2008-2011, 3 rapports du cycle précédent ont été finalisés et publiés et 9 nouveaux rapports ont été préparés pour la publication:

- Recommandations pour la gestion stratégique de la sécurité des tunnels;
- Bonnes pratiques pour les exercices d'urgence dans un tunnel routier;
- Gestion de l'entretien et inspections techniques des tunnels routiers;
- Aspects du cycle de vie de l'équipement électrique des tunnels routiers;
- Pratique actuelle d'évaluation des risques des tunnels routiers;
- Améliorer la sécurité dans les tunnels existants;
- Éducation des usagers;
- Émissions des véhicules et demande d'air frais pour la ventilation;
- Caractéristiques d'incendie de dimensionnement pour les tunnels routiers.

En outre, un « compendium » en ligne a été créé afin d'améliorer la diffusion des conseils et des recommandations produites par le comité, et un nouveau *Dictionnaire du tunnel routier* de l'AIPCR a été réalisé dans 20 langues.

Dans l'ensemble, l'AIPCR a abordé un large éventail de sujets de sécurité depuis que les incendies majeurs en tunnel alpin se sont produits il y a 10 ans. Ces thèmes ont porté à la fois sur des questions stratégiques et sur les éléments physiques propres aux tunnels routiers. Il est évident, cependant, qu'il existe encore des manques dans ces recommandations. Quelques lacunes ont été mises en évidence au cours du processus général de consolidation qui a été suivi pour élaborer le *Manuel des tunnels routiers*. D'autres lacunes ont trait aux nouvelles questions qui se posent. Le Comité d'exploitation des tunnels routier a fait le point sur cette situation et a identifié certains thèmes qu'il serait intéressant d'aborder dans le prochain cycle. Poursuivre l'élaboration des orientations intégrées dans le manuel serait certainement approprié. De nouveaux sujets proposés incluent le développement durable et les questions en suspens qui sont importantes pour une approche intégrée de sécurité des tunnels routiers (systèmes fixes de lutte contre le feu, mesures pour aider les personnes à mobilité réduite, etc.). Une autre proposition vise à se pencher sur les réseaux souterrains complexes en milieu urbain avec des échangeurs et des préoccupations multimodales. Le nombre de ces réseaux ne cesse de croître, ce qui représente, par rapport aux tunnels routiers dits classiques, une série de défis supplémentaires en matière de conception et d'exploitation.