

Tous les systèmes d'évacuation doivent être maintenus éclairés pour rassurer les automobilistes et leur indiquer qu'ils sont en état de fonctionnement.

VI.2.3.4 Dispositions pour les personnes handicapées

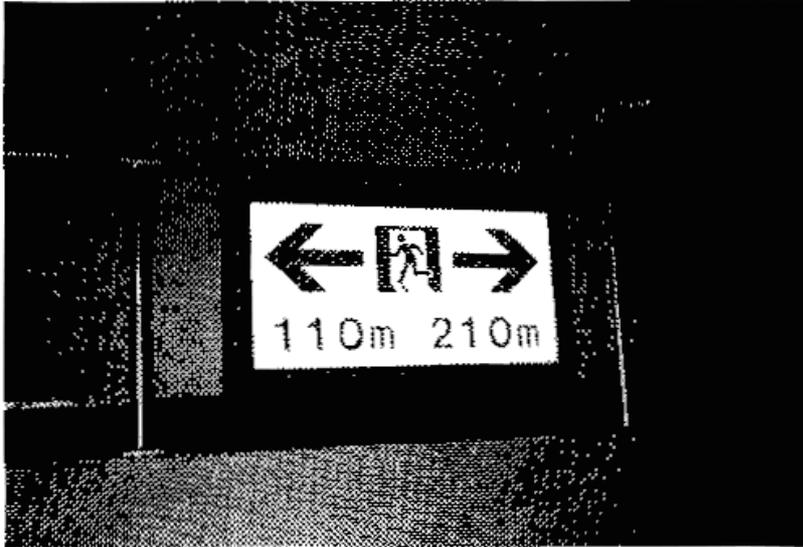


Photo 6.3 - Sortie de secours dans un garage au Japon

Photo 6.3 - Emergency exit in a lay-by in a tunnel in Japan

Environ 5 % de la population sont affectés d'une forme ou d'une autre de handicap [97]. Près de la moitié utilisent des fauteuils roulants, des cannes, des béquilles, etc. La vitesse de déplacement de ces personnes est d'environ 0,5 à 1 m/s. Tous les itinéraires d'évacuation et autres équipements doivent faire l'objet d'une étude permettant de décider s'ils doivent pouvoir être utilisés par les personnes handicapées sans aide extérieure. Si non, un plan d'évacuation de secours approprié doit être prévu et mis en œuvre.

VI.3 Autres équipements de sécurité

VI.3.1 Détection incendie

VI.3.1.1 Travaux antérieurs de l'AIPCR

Congrès de Vienne, 1979 [26]

Les incendies peuvent être détectés par l'utilisateur du tunnel, par un équipement spécial ou par le personnel d'exploitation. Des circuits fermés de télévision sont particulièrement utiles et ils peuvent être complétés par des équipements comme une alarme activée par l'enlèvement d'un extincteur et, dans les grands tunnels, par une détection automatique d'incendie se déclenchant en fonction soit d'une température maximale, soit d'une vitesse d'élévation.

En outre, il existe habituellement des capteurs pour mesurer le trafic.

Congrès de Sydney, 1983 [27]

Il est de plus recommandé d'avoir une alarme sonore dans la salle de contrôle pour attirer l'attention sur l'usage d'un bouton d'alarme ou d'un extincteur.

All evacuation systems should be kept always lighted to educate drivers and show that the systems are in working order.

VI.2.3.4 Planning for disabled persons

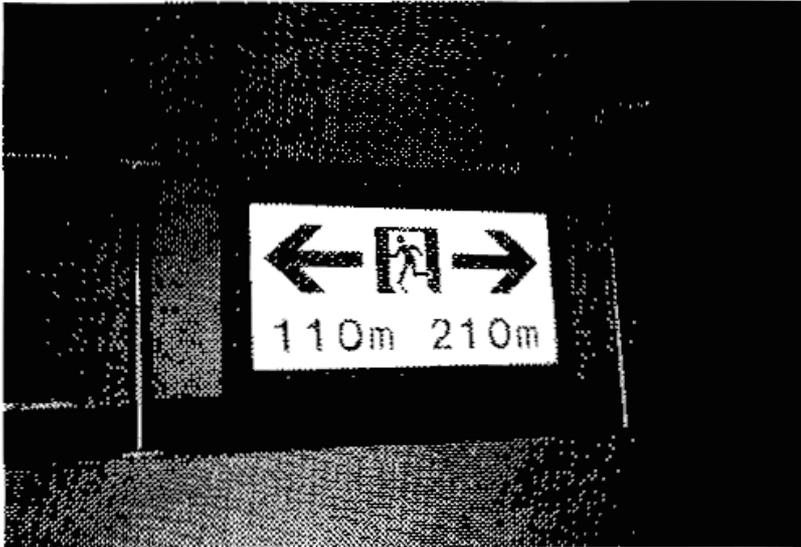


Photo 6.4 - Signing of emergency exits in Japan

Photo 6.4 - Signalisation de sorties de secours au Japon

Around 5% of the population have one or another kind of disability [97]. Of these, around 2.5% use wheel chairs, sticks, crutches, etc. The speed of movement for these people will be about 0.5 - 1.0 m/s. All evacuation routes and other facilities should be evaluated to decide whether they should be used by disabled persons without outside help. If not, an appropriate evacuation and rescue plan should be developed and implemented.

VI.3 Other safety facilities

VI.3.1 Fire detection

VI.3.1.1 Previous work by PIARC

Vienna 1979 Congress [26]

Fires may be detected by the tunnel user, by appropriate equipment or by the tunnel operational staff. Closed circuit television is particularly useful in this respect and it may be complemented by equipment such as an alarm activated by the removal of a fire extinguisher and, in long tunnels, by automatic fire detection through either maximum temperature or rate of rise.

In addition, there are usually instruments for measuring traffic flow.

Sydney 1983 Congress [27]

It is further recommended that there be a sound alarm in the control room to draw attention if an alarm button or a fire extinguisher are used.

L'incendie doit être détecté le plus tôt possible. Les recommandations suivantes sont faites pour détecter un incendie :

- détecteurs de température
 - une alarme sonore se déclenche lorsque la température :
 - dépasse une valeur prédéterminée,
 - s'élève plus rapidement que la normale ;
 - pour réduire le risque de fausse alerte, l'alarme doit être située suffisamment haut.
- détecteurs de fumée
 - une alarme sonore se déclenche lorsque la visibilité tombe en dessous d'un niveau prédéterminé ; même de petits incendies peuvent produire des quantités dangereuses de fumée.
- critères pour les détecteurs d'incendie
 - ils doivent pouvoir détecter la combustion de 20 litres d'essence.
 - ils doivent être installés dans les tunnels où circulent de nombreux poids lourds et où le transit de marchandises dangereuses est autorisé.
- conclusions
 - il est important que l'installation des détecteurs couvre tout le tunnel.
 - bien que l'efficacité de ces détecteurs ne soit pas reconnue par tous les exploitants, ils sont cependant généralement placés dans les grands tunnels à forte circulation.
 - les deux types de détecteurs devraient être utilisés en combinaison et, pour éviter une fausse alerte, être reliés au circuit de télévision.

Congrès de Bruxelles, 1987 [19]

Les détecteurs d'incendie doivent être installés dans les tunnels où il existe un risque réel (tunnels connaissant une intense circulation de poids lourds, tunnels où le transit de marchandises dangereuses est autorisé, tunnels immergés).

Les détecteurs d'incendie sont conçus de manière à transmettre un signal au centre de contrôle lorsque la température dépasse un certain niveau, ou bien lorsqu'elle augmente à une vitesse supérieure à une valeur prédéterminée. Les détecteurs doivent pouvoir détecter 20 litres d'essence en combustion.

Un détecteur peut être constitué d'un tube de métal dans lequel l'air ou le gaz augmentent de volume à mesure que la température augmente (détecteur linéaire), ou bien d'équipements individuels espacés au maximum de 25 m (détecteurs isolés).

Congrès de Montréal, 1995 [17]

La détection automatique d'incidents connaît un large développement. Elle peut utiliser la télévision en circuit fermé pour détecter des incidents. Les systèmes de détection d'incendie peuvent être installés dans les tunnels qui sont de grande longueur, de configuration complexe ou empruntés par des véhicules transportant des marchandises dangereuses, où il est nécessaire d'être alerté rapidement ou de connaître de façon précise l'endroit où l'incendie s'est déclaré.

Early detection of a fire is required. The following recommendations are made to detect fires:

- Temperature activated detectors
 - An alarm sounds when the temperature:
 - exceeds a predetermined value,
 - rises more quickly than normal.
 - To minimise false alarms the set point of the alarm must be high enough.

- Smoke detectors
 - An alarm is sounded when the visibility falls below a predetermined level. Even small fires can produce dangerous quantities of smoke.

- Criteria for fire detectors
 - Detectors should be able to detect the burning of 20 litres of petrol;
 - Detectors should be installed in tunnels with much heavy goods traffic, and where dangerous materials are allowed.

- Conclusions
 - It is important that the detector installation covers the entire tunnel.
 - Although the effectiveness of these detectors is not recognised by all operators, they are usually placed in long and heavily-trafficked tunnels.

 - Both types of detectors should be used in combination and, to avoid false alarms, they should be linked to the television installation.

Brussels 1987 Congress [19]

Fire detector installations should be provided in tunnels where there are significant risks (tunnels carrying a lot of heavy goods traffic, tunnels where the transit of dangerous materials is permitted, underwater tunnels).

Fire detectors are designed to transmit a signal to the control centre when the temperature rises above a certain level, or increases at a rate in excess of a predetermined value. They should be able to detect the burning of 20 l of petrol.

The installed detector can consist of a metal tube in which the enclosed air or gas expands as the temperature increases (distributed detector) or of individual devices spaced not more than 25 m apart (isolated detectors).

Montreal 1995 Congress [17]

There is a large ongoing development with automatic incident detection. Detection can be simplified to detect incidents by means of close circuit television (CCTV) monitoring. Fire detection systems can be used in tunnels that are long, complicated or driven through by vehicles carrying dangerous goods, and where it is necessary to have a quick alarm or to know exactly where the fire is.

Les détecteurs sont également très utiles dans les tunnels non surveillés pourvus d'une ventilation transversale ou semi-transversale car, si un incendie se déclare dans un tunnel de ce type sans être détecté, les capteurs de CO et d'opacité utilisés pour la ventilation normale déclenchent automatiquement le soufflage maximal d'air frais, alors que la réaction appropriée est de réduire ou de stopper le soufflage d'air frais et de démarrer l'aspiration de la fumée. De tels systèmes sont actuellement utilisés dans de nombreux pays.

VI.3.1.2 Expérience existante

De nouveaux systèmes de détection automatique d'incendie, plus efficaces, ont été mis au point au cours des dernières années. L'expérience montre qu'ils détectent plus d'incendies. La plupart des détecteurs sont basés sur la chaleur et son taux d'augmentation. Une fois étalonnés, ces systèmes donnent rarement lieu à de fausses alertes. Les détecteurs basés sur la fumée émettent très rapidement un signal, mais ils peuvent produire un plus grand nombre de fausses alertes en raison de la fumée émise par les véhicules diesel. De nombreux pays sont encore sceptiques quant à l'usage des systèmes de détection automatique d'incendie et pensent que les fausses alertes peuvent être un problème majeur. Pour étudier cette question et évaluer différents essais sur de nouveaux systèmes, un questionnaire a été envoyé aux pays membres. Les pays suivants ont répondu à ce questionnaire : Autriche, Belgique, Danemark, France, Allemagne, Italie, Japon, Norvège, Suisse, Royaume-Uni, Pays-Bas, États-Unis.

Autriche

Tous les tunnels de plus de 1 500 m sont équipés d'un système de détection d'incendie. Généralement, une détection de chaleur linéaire est installée.

Des expériences en Autriche ont montré que la combinaison de détecteurs d'incendie et d'un circuit fermé de télévision est très utile. Dans le cas où le système de détection émet une fausse alerte, celle-ci peut être vérifiée par le circuit de télévision.

Belgique

Deux tunnels (Liefkenshoek et Tijsmans) sont équipés de détecteurs d'incendie. Ce sont des détecteurs ponctuels qui détectent des variations anormales de température. Seuls les tunnels empruntés par des transports de marchandises dangereuses possèdent des détecteurs. Ces derniers alertent la police qui déclenche les actions nécessaires.

Danemark

Dans le tunnel de Guldborgsund, des détecteurs d'incendie sont situés au plafond tous les 10 m. Le système est déclenché par la température. Les alarmes provoquent la fermeture du tunnel et les pompiers sont alertés. Les détecteurs d'incendie ne sont pas considérés aussi importants que les alarmes d'incendie qui peuvent être activées à partir de panneaux d'urgence dans le tunnel, ou que les appels d'urgence des automobilistes par l'intermédiaire de téléphones mobiles.

France

Aucun tunnel en France n'est équipé de système de détection d'incendie. A l'heure actuelle, les incendies sont détectés par des capteurs de CO et d'opacité qui déclenchent automatiquement le régime le plus fort de ventilation dès que la fumée les atteint. Les incendies sont également détectés à l'aide de télévision en circuit fermé ou par téléphone d'urgence.

Fire detectors are also very helpful in unmanned tunnels with transverse or semi-transverse ventilation, because if a fire occurs in such a tunnel and is not detected, the CO and opacity sensors used for normal ventilation will automatically put maximum fresh air blowing into operation whilst the proper measure is to reduce or stop fresh air and start smoke extraction. Such systems are currently used in many countries.

VI.3.1.2 Existing Experience

New and more effective automatic fire detection systems have been developed in the last years. Experiences show that they will detect most fires. Most detectors in use are based on heat and rate of heat increase. When calibrated, this type of system gives few false alarms. Detectors based on smoke give signal very early but have more false alarms because of smoke exhaust from diesel vehicles. Many countries are sceptical regarding the use of automatic fire detection systems and feel that false alarms would be a major problem. To study this problem, and to evaluate different tests on newly-developed systems, a questionnaire was distributed to the member countries. The following countries have answered the questionnaire: Austria, Belgium, Denmark, France, Germany, Japan, Italy, the Netherlands, Norway, Switzerland, United Kingdom, and United States.

Austria

All tunnels with a length more than 1500 m are equipped with a fire detection system. Usually a linear heat detection is installed.

Experiences in Austria showed that a combination of fire detection and CCTV system is very useful. In case of false alarms of the detection system, it can be checked by the CCTV system.

Belgium

Two tunnels (Liefkenshoek and Tijsmans) are equipped with fire detectors. The detectors are point detectors that detect abnormal temperature variations. Only tunnels that are designed to carry dangerous goods have detectors. The detectors alert the police to take the necessary actions.

Denmark

The Guldborgsund Tunnel has fire detectors located in the ceiling every 10 m. The system is of a temperature-activated type. Alarms will cause a closing of the tunnel and the fire department will be alerted. Fire detectors are not considered as important as fire alarms which can be activated from emergency panels in the tunnels and emergency calls from motorists in the tunnels using mobile telephones.

France

No tunnel in France is equipped with fire detection systems. Today fires are detected by CO and opacity metres that automatically switch on the highest ventilation regime once smoke reaches them. Fires are also detected by closed circuit television (CCTV) if any and by emergency telephones.

La France prévoit d'utiliser les détecteurs d'incendie dans des tunnels à ventilation semi-transversale qui ne sont pas surveillés 24 heures sur 24. Si des incendies sont détectés dans ces tunnels, le système actuel souffle de l'air frais par le plafond et déstratifie la fumée. L'usage de détecteurs d'incendie est également envisagé dans des tunnels empruntés par des transports de marchandises dangereuses, spécialement si ce sont de longs tunnels à deux voies. Les détecteurs d'incendie localiseront l'incendie de telle façon que l'ouverture télécommandée des bouches adéquates d'aspiration de la fumée soit activée.

Les systèmes de détection d'incendie doivent déclencher immédiatement le système de désenfumage. Si le tunnel est surveillé, le personnel sera alerté par le système. Si le tunnel n'est pas surveillé, les détecteurs devront déclencher la fermeture du tunnel et l'alerte des pompiers.

Allemagne

Les alarmes automatiques d'incendie sont utilisées dans tous les tunnels de plus de 350 m. Les détecteurs doivent pouvoir détecter la combustion de 20 litres d'essence.

Italie

En Italie, certains tunnels possèdent des détecteurs d'incendie. Les tunnels sont équipés d'un câble à résistance variable. Ce système est utilisé dans le tunnel du Fréjus et dans des tunnels sur la M5 et la M24. Les détecteurs d'incendie sont installés dans les longs tunnels à deux voies et dans les tunnels à deux voies plus courts, mais avec une circulation intense. Il est important que le système déclenche une séquence préprogrammée de ventilation.

Un système de détection par fibre optique a été testé dans une station souterraine de chemin de fer à Genoa-Principe.

Japon

Au Japon, on utilise des détecteurs de flamme. Ils détectent une combustion à partir de caractéristiques de distribution spectrale et de fréquence variable qui sont typiques d'une flamme. Les détecteurs sont utilisés dans tous les tunnels de plus de 10 000 m et dans des tunnels plus courts à forte circulation. Lorsque les détecteurs sont activés, les exploitants ferment le tunnel, alertent le personnel et les pompiers, passent le système de ventilation en mode incendie et indiquent l'itinéraire d'évacuation aux usagers. Toutes les installations sont testées avec un incendie de 0,5 m² d'essence dans un bac ouvert.

Norvège

Aucun tunnel n'est équipé de détecteurs d'incendie ; ces équipements sont jugés trop coûteux compte tenu du faible volume de circulation dans les tunnels. Un système de détection d'incendie est en cours d'évaluation pour le nouveau tunnel de Laerdal de 24 km.

Suisse

Les tunnels longs sont équipés de détecteurs linéaires d'incendie. Le tableau 6.3.1 donne les résultats d'une étude portant sur six types de détecteurs d'incendie. L'essai a été conduit dans le tunnel de Mosi en Suisse (1992). Les huit tests ont couvert différentes superficies d'incendie, avec de l'alcool et de l'essence comme combustible.

France contemplates using fire detectors in semi-transverse tunnels that are not manned 24 hours a day. If fires are detected in such tunnels, today the system will start blowing fresh air from the ceiling and delayering the smoke. Fire detectors are also contemplated in tunnels with dangerous goods, especially if they are two-way long tunnels. The fire detectors will locate the fire so that the appropriate remote-controlled smoke openings can be activated.

Fire detection systems should start the smoke control system immediately. If the tunnel is manned, the system should alert the personnel. If the tunnel is not manned, the detectors should close the tunnel and alert the fire brigade.

Germany

Automatic fire alarms are required in all tunnels longer than 350 metres. Detectors must be able to detect fire of 20 litres of petrol.

Italy

Some tunnels in Italy have fire detectors. The tunnels are equipped with a cable with variable resistance. This system is used in the Frejus tunnel and tunnels on M5 and M24. Fire detectors are installed in long two-way tunnels and shorter two-way tunnels with heavy traffic. It is important that the system activates a pre-set ventilation strategy.

The Italian railroads have tested an fibre optic detection system in the underground railway station in Genoa-Principe.

Japan

In Japan flame detectors are used. The detectors detect burning from the variable frequency and spectral distribution characteristics that are typical of a flame. Detectors are required in all tunnels longer than 10000 m and in shorter tunnels with heavy traffic. When the detectors are activated, the tunnel operators close the tunnel, alert the tunnel staff and the fire department, activate the ventilation system on fire mode and designate the evacuation route for people in the tunnel. All installations are tested by using a 0.5 m² gasoline fire in an open pan.

Norway

No tunnel has fire detectors. These systems have not been considered because of their high cost and the low traffic volume in tunnels. A system of fire detectors is being evaluated for the new 24 km long Laerdal tunnel.

Switzerland

Long tunnels are equipped with linear fire detectors. Table 6.3.1 shows the results from a test of six different types of fire detection systems. The test was made in the Mositunnel in Switzerland (1992). The eight tests cover different fire areas and include both alcohol and petrol as the fire source.

Tableau 6.3.1 - Tests sur détecteurs d'incendie dans le tunnel de Mosi (Suisse) : temps (mn/s) avant l'alarme dans des essais avec alcoool (Alc) et essence

ESSAI no	7	8	9	10	11	12	13	14
Combustible	Alc	Alc	Alc	Alc	Essence	Essence	Essence	Essence
Superficie de l'incendie (m ²)	1	2	3	4	2	0,6	1	2
Détecteur ponctuel de température - pré-alarme - alarme	1:35 –	1:25 5:15	0:69 1:68	1:02 1:61	0:63 0:53	1:03 –	0:43 1:33	0:26 0:33
Détecteur de chaleur par câble coaxial	–	–	–	–	0:34	–	1:44	0:22
Capteur linéaire de température	–	5:18	4:09	1:35	*	1:50	1:21	0:40
Câble linéaire de détection de fumée	–	4:51	–	4:52	0:02	0:03	0:02	0:03
Capteur à fibre optique	3:34	4:50	1:10	1:08	0:42	1:05	0:52	0:33

* Les détecteurs étaient encore chauds de l'essai précédent.

Royaume-Uni / Pays-Bas

Dans ces pays, il n'y a pas de détecteurs d'incendie dans les tunnels. En raison du coût des systèmes de détection d'incendie et de leur manque de fiabilité, la surveillance vidéo en circuit fermé, les équipements de contrôle de la visibilité et les capteurs de trafic sont utilisés en combinaison pour détecter les incidents.

États-Unis

La détection d'incendie dans les tunnels routiers utilise un certain nombre d'équipements : surveillance vidéo en circuit fermé, capteurs de trafic et détecteurs d'incendie. Les capteurs de trafic identifient les modifications de la circulation, la vidéo en circuit fermé est ensuite utilisée pour vérifier un incident. Lorsque des détecteurs d'incendie sont utilisés, il s'agit de détecteurs linéaires.

VI.3.1.3 Recommandations

Un certain nombre de systèmes de détection d'incendie sont disponibles : détecteurs de chaleur (température et vitesse d'augmentation), de fumées, de flammes. De plus, il existe des détecteurs ponctuels de chaleur et des détecteurs linéaires, ce dernier type étant préférable. Des questions se posent pour l'utilisation des détecteurs d'incendie vis-à-vis des fausses alarmes et des alarmes tardives. Ces dernières sont liées au temps nécessaire à un incendie à bord d'un véhicule pour avoir un impact sur l'environnement du tunnel.

Les systèmes de détection d'incendie peuvent être utiles dans les tunnels qui sont de grande longueur, de configuration complexe, et plus spécialement lorsque le transit de marchandises dangereuses y est autorisé, ou lorsque qu'il nécessaire de connaître de façon précise l'endroit où l'incendie s'est déclaré. Les détecteurs sont également très utiles dans les tunnels non surveillés pourvus d'une ventilation transversale ou semi-transversale.

Les détecteurs d'incendie demandent un entretien régulier.

Table 6.3.1 - Fire detector tests in the Mositunnel (Switzerland):
time (mn:s) before alarm from tests with alcohol (Alc) and petrol fires

TEST no	7	8	9	10	11	12	13	14
Fire source	Alc	Alc	Alc	Alc	Petrol	Petrol	Petrol	Petrol
Fire area (m ²)	1	2	3	4	2	0.6	1	2
Temperature point detector - pre alarm - alarm	1:35 –	1:25 5:15	0:69 1:68	1:02 1:61	0:63 0:53	1:03 –	0:43 1:33	0:26 0:33
Coaxial heat detector cable	–	–	–	–	0:34	–	1:44	0:22
Linear temperature sensor	–	5:18	4:09	1:35	*	1:50	1:21	0:40
Linear smoke detector cable	–	4:51	–	4:52	0:02	0:03	0:02	0:03
Optic fibre sensor	3:34	4:50	1:10	1:08	0:42	1:05	0:52	0:33

*Detectors were warm from previous test.

United Kingdom / Netherlands

There are no fire detectors in tunnels in these countries. Due to the unreliable and expensive nature of fire detection systems, a combination of CCTV, visibility monitoring equipment and traffic detectors are used to indicate when incidents have occurred.

United States

Fire detection in road tunnels utilises a number of systems including CCTV, traffic detectors and fire detectors. The traffic detectors identify the change in traffic flow; the CCTV is then used to verify an incident. Where fire detectors are employed, the linear type is used.

VI.3.1.3 Recommendations

There are a number of fire detection systems available. These include detectors of heat (temperature and rate of rise), smoke, and flame. In addition, there are spot and linear heat detectors, the latter being preferable. There are concerns regarding the use of fire detectors related to false alarms and delayed alarms. The delayed alarms relate to the time required for a fire in the interior of a vehicle to have an impact on the tunnel environment.

Fire detection systems can be useful in tunnels that are long or complicated, especially when dangerous goods are allowed or when it is necessary to precisely determine the location of the fire. Detectors can also be helpful in unmanned tunnels with transverse or semi-transverse ventilation.

Fire detectors in tunnels must be maintained on a regular basis.

De façon alternative, un système de détection automatique d'incident peut être utilisé pour détecter rapidement un incendie. La détection automatique d'incident est de plus en plus souvent mise en œuvre dans les tunnels importants (de par leur circulation, leur longueur ou à cause de risques particuliers). Les installations récentes utilisent généralement les caméras de télévision du tunnel et un système de traitement dédié pour détecter les véhicules arrêtés, une circulation ralentie, etc. Si une surveillance humaine de la télévision est assurée en permanence, de tels systèmes assurent une détection indirecte très rapide des incendies : le véhicule qui brûle est détecté comme un incident de circulation dès qu'il s'arrête, la caméra de télévision est automatiquement montrée au centre de contrôle, et l'opérateur peut alors facilement reconnaître l'incendie.

VI.3.2 Extincteurs

VI.3.2.1 Travaux antérieurs de l'AIPCR

Congrès de Vienne, 1979 [26]

Des extincteurs portables doivent être disponibles. De petits incendies sont généralement circonscrits à l'aide d'extincteurs à main. A mesure que l'incendie augmente, la lutte devient inégale avec des extincteurs. Les flammes peuvent être éteintes, mais la température de l'essence n'est pas suffisamment réduite. L'évaporation qui s'ensuit dégage des vapeurs, qui peuvent être charriées par un courant d'air longitudinal et propagées en différents endroits du tunnel.

Congrès de Sydney, 1983 [27]

Les extincteurs sont jugés très utiles pour les incendies de petits véhicules. Il faut cependant mentionner qu'avec une ventilation longitudinale, l'effet de la poudre peut être réduit car elle est entraînée par le courant d'air. Pour les automobilistes, l'extincteur portable représente le premier équipement de lutte contre l'incendie. L'enlèvement d'un extincteur de son support doit provoquer une alarme sonore au centre de contrôle. Cette alarme a deux objectifs : signaler le vol éventuel d'un extincteur et signaler l'utilisation d'un extincteur pour un incendie.

Congrès de Bruxelles, 1987 [19]

La taille d'un incendie est toujours limitée au départ ; il peut alors être facilement circonscrit. C'est pourquoi une intervention rapide est de la plus haute importance. Les extincteurs sont le meilleur moyen de maîtriser un incendie dès le départ.

L'expérience a montré que les usagers eux-mêmes savent utiliser un extincteur de manière efficace. Deux extincteurs contenant 6 kg de poudre sont normalement installés dans chaque niche de secours. Il faut s'assurer qu'un extincteur vide n'a pas été remplacé sur son support. Seul le personnel d'exploitation du tunnel est autorisé à remplacer un extincteur vide par un plein. L'enlèvement d'un extincteur doit produire la transmission d'une alarme à la salle de contrôle.

Rapport AIPCR, 1995 [96]

Les extincteurs sont nécessaires, mais dans de nombreux pays, ils font souvent l'objet de vols, même dans les tunnels sous surveillance vidéo.

An effective automatic incident detection system can be used as an alternative way to detect fires quickly. Automatic incident detection is more and more often implemented in important tunnels (i.e. with high traffic, or length, or special risks). State-of-the-art equipment generally uses the CCTV cameras and a devoted data-processing system to detect stopped vehicles, slow traffic, etc. If round the clock CCTV human surveillance is available, such systems ensure a very fast indirect detection of fires: the burning vehicle is detected as a traffic incident as soon as it stops, the corresponding CCTV camera is automatically displayed at the control center, and the operator can then recognise the fire easily.

VI.3.2 Fire extinguishers

VI.3.2.1 Previous work by PIARC

Vienna 1979 Congress [26]

Portable fire extinguishers should be provided. Small fires are usually dealt with by the hand extinguisher. As the fire increases in size, fire-fighting with extinguishers becomes doubtful. The flames may well be stopped but the temperature of the petrol is not sufficiently reduced. Fumes are given off by subsequent evaporation. They can be carried by a longitudinal airflow and expelled at different points in the tunnel.

Sydney 1983 Congress [27]

Fire extinguishers are considered very useful in small car fires. It is, however, mentioned that with longitudinal ventilation the effect of the powder can be reduced because the powder is carried away by the air stream. The portable fire extinguisher is the first aid fire-fighting equipment available to the motorists. Removal of the extinguisher from its support should sound an alarm in the central monitoring facility. This alarm serves two purposes, signalling the potential theft of an extinguisher and signalling the use of an extinguisher on a fire.

Brussels 1987 Congress [19]

The size of a fire is always limited at the beginning with and while it is small it can easily be extinguished. Thus rapid intervention is most important. Fire extinguishers are the most appropriate means for bringing a fire under control when it begins.

Experience has shown that even tunnel users know how to make an effective use of fire extinguishers. Two 6 kg powder fire extinguishers are normally installed in each emergency recess. Facilities must be provided to ensure that an empty fire extinguisher is not replaced in its holder. Only the tunnel operating personnel are allowed to fit a full fire extinguisher to its holder in place of an empty one. The removal of an extinguisher should result in the transmission of an alarm signal to the control room.

PIARC Report 1995 [96]

Fire extinguishers are necessary, but in many countries they are frequently stolen even in tunnels with CCTV control.