



### 3. COMPORTEMENT HUMAIN DANS LES TUNNELS ROUTIERS EN SITUATION CRITIQUE

#### ▶ 3.1. INTRODUCTION

Ce chapitre décrit les principaux types de scénarios qui peuvent survenir dans les tunnels routiers. La survenue de ces événements peut provoquer des interruptions de la circulation ou des situations dangereuses susceptibles de déboucher sur des catastrophes. Les scénarios sont les suivants : congestion, véhicule en panne, accidents avec dégâts corporels et/ou matériels et incendies. Le comportement des usagers des tunnels est décrit pour chaque scénario.

#### ▶ 3.2. CONGESTION

L'organisation de la gestion de certains tunnels applique une politique active pour empêcher la formation de bouchons. En effet, les bouchons augmentent considérablement la probabilité d'incident. Les conséquences de la gestion d'un incendie dans un tunnel (par exemple) sont beaucoup plus difficiles si le tunnel est rempli de véhicules à l'arrêt. Il est beaucoup plus difficile d'évacuer un grand nombre de personnes et d'atteindre l'incendie pour essayer de le maîtriser.

Les congestions ont différentes causes : niveau de trafic accru, maintenance de la route ou de la structure et incidents. Cette section est limitée aux congestions dues à un niveau de trafic accru et à des incidents.

##### **Congestion due à un niveau de trafic accru**

Lorsque le niveau de trafic se rapproche de la capacité de la route (ou de la capacité du réseau), la vitesse et la distance entre les véhicules commencent à diminuer. La circulation est souvent totalement arrêtée pendant plusieurs minutes. Ce phénomène peut se produire dans les tunnels des routes interurbaines et dans les tunnels urbains. Dans ces cas, le tunnel peut être rempli de véhicules. Les tunnels plus longs contiennent de ce fait davantage de personnes susceptibles d'avoir peur et de vouloir sortir du tunnel. Il apparaît presque impossible et irréalisable de parvenir à ce que les conducteurs maintiennent la distance nécessaire par rapport aux véhicules qui les précèdent. Bien que de nombreux tunnels soient équipés de panneaux recommandant de respecter une certaine distance, les conducteurs n'appliquent presque jamais ces consignes.

##### **Congestion due à des incidents**

Un incident à l'intérieur ou en aval du tunnel qui bloque la route peut provoquer dans le tunnel des remontées de queue qui peuvent durer un certain temps. Cela peut occasionner un stress, en particulier dans les tunnels longs et étroits.

### 3. HUMAN BEHAVIOUR IN ROAD TUNNELS IN CRITICAL SITUATIONS

#### ▶ 3.1. INTRODUCTION

This chapter describes the main types of scenarios that might happen in road tunnels. The occurrence of such events can lead to interruptions to the flow of traffic or to dangerous situations that potentially lead to disasters. The scenarios are: congestion, vehicle breakdown, accidents involving injuries and/or vehicle damage and fires. For each scenario the behaviour of tunnel users is described.

#### ▶ 3.2. CONGESTION

The Management Organisation of some tunnels have an active policy of preventing traffic queues from occurring. This is because traffic queues greatly increase the probability that an incident might occur. The consequences of dealing with (say) a tunnel fire are far more difficult if the tunnel is full of stationary vehicles. It is far more difficult to evacuate numerous people and far more difficult to get to the fire and attempt to extinguish it.

There are various causes of congestion: increased traffic intensity, road or structure maintenance and incidents. This section is confined to congestion due to increased traffic intensity and incidents and incidents.

##### **Congestion due to increased traffic intensity**

When the traffic intensity approaches the road capacity (or the network capacity) both the driving speed and the distance between vehicles start to decrease. Traffic often comes to a complete standstill for some minutes. This might happen in tunnels on interurban roads as well as in urban tunnels. In these cases the tunnel may become full of vehicles. Longer tunnels will contain correspondingly more people who may be concerned and want to get out of the tunnel. It appears almost impossible as well as impractical to have the drivers maintain the required distance to the vehicles ahead of them. Though many tunnels have signs that indicate to keep a certain distance, people almost never do.

##### **Congestion due to incidents**

When there is an incident inside or downstream of the tunnel that blocks the road, it may cause tailbacks in the tunnel that may last a long time. This may cause stress, especially in long narrow tunnels.



Des informations tirées de l'étude UPTUN [28] indiquent que, même si les personnes sont informées qu'elles devraient maintenir une distance suffisante par rapport au véhicule qui les précède, elles ne respectent pas cette consigne lorsqu'elles doivent s'arrêter.

Dans ces cas, il est important que les conducteurs qui ne sont pas impliqués dans l'événement (à l'intérieur et en amont du tunnel) soient avertis le plus tôt possible qu'ils doivent s'arrêter et soient informés que le tunnel est fermé. Cela est nécessaire pour empêcher qu'un grand nombre de personnes reste de manière prolongée dans le tunnel et peut aussi être nécessaire pour permettre aux services d'urgence d'atteindre le lieu de l'incident. L'expérience montre qu'il faut souvent assez longtemps avant que les conducteurs s'arrêtent effectivement. Les conducteurs ont tendance à ne croire que ce qu'ils voient, ils continuent à rouler tant qu'ils ne sont pas arrêtés par d'autres véhicules, des obstacles ou des barrières.

### ► 3.3. VÉHICULE EN PANNE

Lorsqu'il est arrêté dans un tunnel à cause d'une panne de sa voiture, le conducteur concerné a tendance à se comporter comme s'il était sur une route à l'air libre.

Il se gare sur le bord de la route (si possible sur la bande d'arrêt d'urgence). Certains conducteurs essaient de rechercher la cause du problème et si possible de le résoudre. D'autres appellent immédiatement pour obtenir de l'aide avec leur téléphone mobile ou essaient le poste d'appel d'urgence. Les sections suivantes décrivent des expériences associées au comportement adopté après des pannes de véhicules dans des tunnels.

#### **Bandes d'arrêt d'urgence, emplacements d'arrêt d'urgence et systèmes de gestion de la circulation**

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent (section « Rétrécissement de la plate-forme »), la grande majorité des tunnels routiers sont dépourvus de bande d'arrêt d'urgence. Cette situation entraîne une probabilité de formation de remontées de queue (selon le niveau de trafic, la présence de véhicules en panne ou d'autres problèmes obligeant les conducteurs à s'arrêter). Les statistiques allemandes [19] et françaises [26] montrent que les tunnels sans bande d'arrêt d'urgence sont moins sûrs que les tunnels équipés d'une bande d'arrêt d'urgence.

Dans certains pays, les tunnels sont équipés d'emplacements d'arrêt d'urgence afin de fournir un lieu sûr pour garer les véhicules en panne et empêcher ainsi les remontées de queue. La distance entre les emplacements d'arrêt d'urgence varie d'un tunnel à l'autre. Dans certaines recommandations nationales, ces

Information derived from the UPTUN study [28] indicates that even though people are informed that they should keep sufficient distance to the vehicle in front of them, they do not do so when coming to a stop.

In these cases it is important that drivers not involved in the event (in and before the tunnel) are warned as soon as possible to stop and are informed that the tunnel is closed. This is necessary to prevent significant numbers of people from having to remain in the tunnel for a long period and might also be necessary to allow emergency services to reach the incident. Experience shows that it often takes a long time before drivers actually stop. Drivers tend to only believe their own eyes, they continue driving whilst they are not blocked by other vehicles, obstacles or barriers.

### ► 3.3. VEHICLE BREAKDOWN

When stopped in a tunnel owing to a breakdown of his/her own car, the driver involved tends to behave in the same way as he/she would do on a road in the open air.

He will park the car at the edge of the road (if possible on the emergency lane). Some drivers will try to investigate the source of the problem and if possible solve it. Others will immediately call for help by means of their mobile phones or try the emergency phone. The next sections describe some experiences associated with the behaviour after vehicle breakdowns in tunnels.

#### **Emergency lanes, lay-bys and traffic management systems**

As mentioned in the previous chapter (the section entitled "narrowing of the paved area") the large majority of road tunnels have no emergency lane. This creates a likelihood that tailbacks can occur - depending on the traffic intensity, the presence of broken down vehicles or other problems causing drivers to stop. According to German [19] and French [26] statistics, tunnels without emergency lanes are less safe than tunnels with emergency lanes.

In some countries tunnels are equipped with lay-bys, in order to provide a safe place for parking broken down vehicles and hence prevent tailbacks. The distances between lay-bys vary from tunnel to tunnel. In some national guidelines these distances depend on the classification of the roads the tunnels form part of.



distances dépendent de la classification des routes dont font partie les tunnels. L'expérience liée à l'utilisation des emplacements d'arrêt d'urgence est variable : l'étude allemande [19] indique que les emplacements d'arrêt d'urgence dans les tunnels allemands sont rarement utilisés en cas de panne, alors que d'autres pays mentionnent une utilisation correcte de ces emplacements d'arrêt d'urgence.

Il est possible d'installer dans les tunnels des systèmes de gestion de la circulation destinés à avertir le centre de régulation qu'un véhicule doit s'arrêter ou que la vitesse dans le tunnel diminue brusquement. Ces systèmes sont également utiles dans les tunnels équipés de bandes d'arrêt d'urgence ou d'emplacements d'arrêt d'urgence. Ces systèmes permettent au centre de régulation de fermer rapidement une voie de circulation ou la totalité du tunnel. L'expérience montre que l'arrêt effectif de la circulation peut prendre un certain temps.

### Postes d'appel d'urgence/extincteurs/postes de secours

De nombreux tunnels sont équipés de postes d'appel d'urgence. Le mode d'utilisation des postes d'appel d'urgence diffère d'un tunnel à un autre : dans certains cas, l'utilisateur doit appuyer sur un bouton puis écouter et parler sans tenir un combiné, dans d'autres cas, il doit soulever un combiné et attendre l'établissement de la liaison.

De nombreux tunnels sont également équipés d'extincteurs portatifs (et parfois de manches d'incendie) que les usagers des tunnels doivent employer en cas d'incendies d'ampleur limitée.

De nombreux tunnels sont dotés de prises d'incendie destinées aux pompiers. Le contenant et l'emplacement de ces équipements sont très variables : ils vont de simples coffrets fixés sur la paroi du tunnel à des salles complètes séparées des tubes de circulation. Les contenants portent le nom de postes de secours. Le contenu des postes de secours varie également : ils peuvent ne contenir qu'un téléphone, que des extincteurs ou les deux. Ils contiennent aussi parfois des prises d'incendie.

Dans les tunnels équipés d'emplacements d'arrêt d'urgence, ceux-ci sont presque toujours équipés de postes d'appel d'urgence. En Autriche, les téléphones étaient installés uniquement dans les emplacements d'arrêt d'urgence (selon le tunnel, ils étaient espacés de 100 à 850 m). De manière à respecter la directive européenne, certains tunnels ont été récemment dotés de téléphones supplémentaires dans les postes de secours, dans les parois du tunnel (pas en association avec un emplacement d'arrêt d'urgence). L'expérience montre que, en cas d'utilisation de postes d'appel d'urgence, il s'agit toujours d'un téléphone aux emplacements d'arrêt d'urgence. Les exploitants des tunnels d'autres pays ne font état d'aucune différence évidente entre l'utilisation des postes d'appel d'urgence situés sur les

The experience with the use of lay-bys varies: the German study [19] indicates that lay-bys in German tunnels are seldom used in cases of breakdown, other countries however report appropriate usage of such lay-bys.

In tunnels traffic management systems may be installed to warn the tunnel control centre that a vehicle has come to a stop or that the driving speed in the tunnel suddenly diminishes. Such systems also are valuable in tunnels with emergency lanes or lay-bys. These systems enable the control centre to close a traffic lane or the whole tunnel quickly. Experience shows that it may take quite some time before traffic actually stops.

### Emergency phones/fire extinguishers/emergency stations

Many tunnels are equipped with emergency phones. The way the emergency phones have to be operated differs from tunnel to tunnel: sometimes the user has to push a button and listen and talk without keeping a receiver in his hand, sometimes the user has to lift a receiver and wait some time to get connected.

Many tunnels also are equipped with portable fire extinguishers (and sometimes fire hoses), to be used by tunnel users in case of small fires. Many tunnels are provided with hydrants to be used by fire brigades.

There is great variety in the housing and location of these devices: from simple boxes attached to the tunnel wall to complete rooms separated from the traffic tubes. The housings are referred to as emergency stations. The content of emergency stations also varies: they may contain only an emergency telephone, only fire extinguishers or both. Sometimes they also contain hydrants.

In tunnels with lay-bys, the lay-bys are almost always equipped with emergency phones. In Austria the telephones used to be installed only at the lay-bys (depending on the tunnel between 100 – 850 m apart from each other). So as to comply with the EU-Directive, some tunnels have recently had additional telephones installed in emergency stations in the tunnel walls (not in combination with a lay-by). Experience shows that if emergency phones are used, it is always a telephone at the lay-bys. Tunnel operators from other countries report no clear differences between the use of emergency telephones in lay-bys and those between them.



emplacements d'arrêt d'urgence et les postes d'appel d'urgence situés entre les emplacements d'arrêt d'urgence.

Dans une étude réalisée aux Pays Bas, des usagers de la route qui s'étaient arrêtés à une station service située juste après être sortis d'un tunnel ont été interrogés [25]. Ces usagers savaient que le tunnel était équipé de postes de secours. Environ la moitié de ces personnes mentionnaient spontanément des éléments comme des extincteurs, des téléphones ou des postes de secours. La majorité d'entre elles estimaient qu'elles devaient composer le numéro d'urgence (par exemple le 112 dans de nombreux pays de l'Union européenne, le 999 au Royaume Uni, le 911 aux Etats Unis, etc.) sur les téléphones des postes de secours. Il faut noter que, aux Pays Bas, l'interphone a la forme d'un combiné téléphonique "normal" et est un des nombreux autres éléments des postes de secours (extincteur, manche d'incendie, prise d'incendie, réservoir de mousse).

#### ► 3.4. INCIDENTS IMPLIQUANT DES DOMMAGES CORPORELS ET/OU MATÉRIELS

Après un incident dans un tunnel, les personnes impliquées dans l'accident peuvent réagir très calmement ou être choquées. Une des conséquences possibles est leur incapacité à demander de l'aide. Il est même possible qu'elles soient choquées au point d'être physiquement incapables de demander de l'aide, par exemple à cause des blessures qu'elles ont subies ou d'un handicap physique préexistant. Dans ce type de situations, le centre de régulation possède des informations limitées. Il ne peut être averti de l'événement survenu que par l'utilisation de caméras de surveillance, par le système de détection de la circulation, par d'autres usagers ou par le personnel chargé des incidents dans le tunnel. En raison de l'incident, il peut être impossible d'atteindre le poste de secours ou le délai nécessaire pour intervenir peut être supérieur au délai de réaction normal en cas de panne d'un véhicule.

#### ► 3.5. INCENDIES

Bien que les incendies dans les tunnels routiers soient très rares, de nombreuses expériences ont été enregistrées et ont fait l'objet d'une importante couverture médiatique. La plupart des incendies sont dus à des problèmes mécaniques ou électriques du véhicule [36].

Noizet et Ricard [30] ont demandé à des automobilistes ce qu'ils feraient en cas d'incendie d'un véhicule. Ils indiquent qu'une partie d'entre eux (25 %) continuerait (ou essaierait de continuer) à conduire jusqu'à la sortie du tunnel (conformément au dépliant de l'Union européenne sur le comportement dans les tunnels), alors

In a study conducted in the Netherlands, interviews were held with road users that had stopped at a fuel station after just after leaving a tunnel [25]. It was fairly well known to these users that the tunnel had emergency stations. About half of these responders spontaneously mentioning items such as fire extinguishers, telephones or emergency stations. The majority thought that they have to dial the emergency number (e.g. 121 in many EU countries, 999 in the UK, 911 in the US etc) the telephones in the emergency stations. It must be noted that, in the Netherlands the intercom has the shape of a "normal" telephone receiver and is one of many other items in the emergency station (fire extinguisher, fire hose, hydrant, foam tank).

#### ► 3.4. INCIDENTS INVOLVING INJURIES AND/OR VEHICLE DAMAGE

After an incident in a tunnel the people involved in the accident may respond either very calmly or they may be experiencing some level of shock. An effect might be that they are not adequately able to call for help for themselves. It is even possible that they are shocked to the extent that they are physically incapable of calling for help, owing, for instance, to the injuries they have sustained or to some pre-existing physical handicap. In these sorts of situations, the control centre has limited information. It may only be alerted to the particular event by the use of surveillance camera's, by the traffic detection system, by other tunnel users or by the tunnel incident staff. Owing to the incident it might be impossible to reach the emergency station or take longer than is the usual response to car break downs.

#### ► 3.5. FIRES

Although fires in road tunnels occur very infrequently, many experiences have been recorded and been widely publicised in the media. Most fires are the result of mechanical or electrical problems of the vehicle [36].

Noizet and Ricard [30] interviewed car drivers what they would do in case of a car fire. They report that some (25%) of them would (try to) continue driving until they are out of the tunnel (in line with the EU leaflet on behaviour in tunnels), whereas others (25%) would immediately stop and tackle the fire by



que d'autres (25 %) s'arrêteraient immédiatement et attaqueraient l'incendie à l'aide de l'extincteur portatif de leur voiture ou des postes de secours. Ce comportement est contraire au dépliant de l'Union européenne qui précise qu'il faut commencer par appeler le centre de régulation à l'aide des postes d'appel d'urgence. 25 % estimaient qu'ils s'arrêteraient pour donner l'alerte.

Une partie des conducteurs, s'ils se trouvaient dans un tunnel en amont d'une voiture en feu, essaieraient si possible, de dépasser ce véhicule. Une autre partie s'arrêterait pour apporter son aide, alors que, là aussi, une autre partie d'entre eux s'arrêterait pour donner l'alerte.

Même en étant prévenus de l'existence d'un incendie, une grande partie des conducteurs continuerait à rouler pour sortir du tunnel, afin de vérifier l'existence d'un incendie. Une autre partie s'arrêterait pour se mettre en sécurité, alors qu'une fois encore une autre partie aurait des raisons pour ne pas abandonner sa voiture [30].

Heureusement, la plupart des incendies dans les tunnels sont maîtrisés avant de se propager à d'autres véhicules et sans faire de victime humaine. Une analyse des incendies catastrophiques survenus dans des tunnels à la fin du 20<sup>e</sup> et au début du 21<sup>e</sup> siècle fait apparaître que les conducteurs de véhicules n'étaient pas conscients du danger (Mont Blanc, Gotthard) ou des possibilités d'évacuation. La proportion de victimes suisses dans l'incendie du Gotthard était relativement faible, la majorité étaient des conducteurs étrangers. C'est pour cette raison que le groupe ad-hoc d'experts (CEE ONU) de la sécurité des tunnels routiers a diffusé un complément à ses recommandations d'harmonisation des alarmes [54]. C'est uniquement dans la catastrophe du tunnel des Tauern, où le danger était si imminent (de nombreux usagers du tunnel connaissaient la catastrophe précédente du tunnel du Mont Blanc), que la plupart de ceux qui le pouvaient ont en fait évacué le tunnel en empruntant les issues de secours.

Le rapport relatif à l'incendie d'un poids lourd dans le tunnel du Fréjus en 2005 [7] mentionne que de nombreux conducteurs sont sortis du tunnel avec leur véhicule en faisant demi-tour.

Une étude néerlandaise [10] a porté sur le processus d'évacuation sans information spécifique des personnes au sujet de ce qui se passait et sans instruction leur ordonnant de procéder à l'évacuation. Dans sept tests, des groupes de 40 à 50 conducteurs chacun sont entrés dans le tunnel avec leur véhicule derrière un camion. Ces conducteurs savaient qu'un événement pouvait se produire car ils avaient été recrutés pour une expérience. Au milieu du tunnel, le camion a manœuvré de telle sorte que les deux voies de circulation étaient bloquées et, simultanément, de la fumée s'est dégagée du camion.

means of portable extinguishers from their car or from the emergency stations. This behaviour is contrary to the EU leaflet which says to first contact the control station by means of the emergency phones. Another 25% thought they would stop and raise the alarm.

A part of the drivers when in a tunnel upstream of a car on fire would, if possible, pass the burning car. Another part would stop and give help, whereas again another part would stop and raise the alarm.

Even when alerted that there was a fire a great part of the drivers would continue driving to get out of the tunnel, to find out whether there really was a fire. Another part would stop and get into safety whereas again another part had reasons not to abandon their car [30].

Fortunately most of the fires in tunnels are extinguished before spreading to other vehicles and without human victims. An analysis of the disastrous fires in tunnels at the end of the 20<sup>th</sup> and beginning of the 21<sup>st</sup> century indicates that drivers of vehicles were not aware of the danger (Mont Blanc, Gotthard) or the possibilities of evacuation. The proportion of Swiss victims in the Gotthard fire was relatively low, the majority were foreign drivers. It is for this reason that the UN/ECE ad-hoc Group of Experts on Road Tunnel Safety issued an addendum to their recommendations to harmonise alarms [54]. Only in the disaster in the Tauern tunnel was the danger so imminent (many of the tunnel users were aware of the previous disaster in the Mont Blanc tunnel), that most of them who could, did, actually evacuate the tunnel using the emergency exits.

The report concerning the fire of a heavy vehicle in the Fréjus tunnel in 2005 [7] mentions that many drivers got their cars out of the tunnel by making a U-turn.

A Dutch study [10] investigated the process of evacuation without specifically informing people what was going on and without instructing them that they had to evacuate. In seven tests, groups of each about 40 - 50 individual drivers entered in their cars behind a truck. They knew something may happen since they had been recruited for an experiment. In the middle of the tunnel the truck manoeuvred so that both traffic lanes were blocked and at the same time smoke was released from the truck.



Cette étude a mis en évidence des temps de réaction élevés : les usagers de la route ont réagi de manière très passive, en restant inactifs pendant 5 ou 6 minutes jusqu'à ce que la voix de l'opérateur les avertisse d'un danger d'explosion. Il y a eu toutefois un certain comportement actif, avec des personnes qui observaient ce qui se passait ou les autres usagers de la route, etc., bien que, dans certains tests, personne n'ait évacué les lieux. Dans un seul des 7 tests, certaines personnes ont commencé à évacuer spontanément le tunnel (sans consigne de l'opérateur) mais, dans les 6 autres tests, il n'y a eu aucune évacuation. Cela montre qu'il **devrait toujours y avoir une mise en garde ou un ordre supplémentaire** pour que l'évacuation commence rapidement.

Une autre constatation importante était la suite de l'évacuation spontanée dans un test. Après un certain temps, des personnes sont revenues du tube d'évacuation et sont restées à proximité des portes d'évacuation, des groupes de personnes attendant même sur la route. Cela pouvait être dû à la curiosité des personnes au sujet de la situation et à leur préoccupation pour leur voiture. On parle aussi de phase d'hésitation. Dans ces tests, il y a eu un important effet de foule : si une personne commence à agir, les autres suivent mais, si aucune ne réagit, personne n'agit.

Un phénomène intéressant dans un des tests était le fait que cette passivité a subsisté même lorsque certaines voitures ont été totalement noyées dans la fumée. Les personnes sont restées assises dans leur véhicule. Lorsque les voitures ont été totalement noyées dans la fumée, même la voix de l'opérateur n'a pas suffi à faire sortir toutes les personnes de leur voiture (elles avaient probablement peur de la fumée toxique).

Le **tableau 1 page suivante** est issu d'un article de Noizet et Mourey [29]. Il présente les quatre phases d'un modèle psychologique d'évacuation, conçu par le groupe d'experts de la Society of Fire Protection Engineers (SFPE). Il présente également les principaux facteurs susceptibles de déclencher ou de retarder les comportements d'évacuation.

Les facteurs retardants, mentionnés dans la phase 3, devraient être complétés par :

- un éloignement important des sorties ;
- des portes de sortie difficiles à ouvrir.

That study showed long response times: road users responded very passively, not doing anything for about 5 or 6 minutes until the operator's voice warned for explosion hazard. There was, however, some orientational behaviour, with people looking what was going on, looking at other road users etc, though in some tests no one evacuated. In only one of the 7 tests, some people started to evacuate spontaneously (without warning by the operator), but in the 6 other tests this did not happen. This indicates that there **should always be an additional warning or order** in order to start early evacuation.

Another important finding was what happened after the spontaneous evacuation in the one test. After a while, people came back from the evacuation tube and kept on hanging around the evacuation doors, with even groups of people waiting on the road. This could have been the result of people being curious about what would happen and their concern for their car. This is also referred to as the hesitation phase. In these tests, there was a large crowd effect, if one person starts to act others follow, but if no one responds, no one acts.

An interesting phenomenon in one of the tests was that this passivity remained present, even when some of the cars were completely covered in smoke. People still remained seated in their car. When the cars were completely covered in smoke, even the operator's voice could not motivate all people to get out of their cars (they were probably afraid of the toxic smoke).

**Table 1 following page** is copied from a paper by Noizet and Mourey [29]. It presents the four phases of a psychological model of egress, designed by the group of experts from the Society of Fire Protection Engineers (SFPE). It also presents the main factors that can potentially either trigger or delay the occurrence of egress behaviours.

The delaying factors, mentioned in Phase 3, should be complemented by:

- Great distances to exits;
- Exit doors are not easy to open.



<b>TABLEAU 1</b> <b>PRINCIPAUX FACTEURS ACCÉLÉRANT OU RETARDANT LES COMPORTEMENTS D'ÉVACUATION</b> <b>(SOCIETY OF FIRE PROTECTION ENGINEERS, SFPE)</b>		
	<b>Principaux facteurs pouvant accélérer les comportements d'évacuation</b>	<b>Principaux facteurs pouvant retarder les comportements d'évacuation</b>
<b>Phase 0 : début de l'événement</b>	Proximité de la source de danger. Connaissance initiale du tunnel, de ses équipements et des comportements adaptés en cas de crise. Avoir été déjà confronté à une situation de crise.	Eloignement de la source de danger. Niveau de préoccupations personnelles (par exemple, concentration des conducteurs de poids lourds sur la conduite dans le tunnel). Connaissances erronées (opinions) au sujet du tunnel, de ses équipements et des comportements adaptés en cas de crise.
<b>Phase 1 : perception et reconnaissance des signaux d'alerte</b>	Proximité de la source de danger. Modalités et intensité de l'alerte. Messages clairs et explicites au sujet du niveau de risque et de ses issues possibles. Crédibilité des informations fournies et perçues. Mouvement collectif vers les issues de secours.	Eloignement de la source de danger. Absence de messages clairs, informatifs et directifs. Radio pas allumée. Mouvement collectif opposé à l'évacuation.
<b>Phase 2 : prise d'une décision au sujet de la réalité des dangers et de la préparation à l'évacuation</b>	Messages clairs et explicites au sujet du niveau de risque et de ses issues possibles. Informations indiquant clairement la direction des issues de secours et les comportements corrects à adopter. Crédibilité des informations fournies et perçues. Présence/apparition d'un leader organisant et gérant l'évacuation. Mouvement collectif en faveur de l'évacuation. Visibilité excellente/bonne des issues de secours, des dispositifs de sécurité, des panneaux et des affichages.	Absence de messages clairs, informatifs et directifs. Radio pas allumée. Mouvement collectif opposé à l'évacuation Visibilité ou lisibilité limitée des issues de secours. Visibilité ou lisibilité limitée des dispositifs de sécurité, des panneaux et des affichages.
<b>Phase 3 : mise en sécurité</b>	Fumée bien maîtrisée. Eclairage. Visibilité excellente/bonne des issues de secours, des dispositifs de sécurité, des panneaux et des affichages. Informations indiquant clairement la direction des issues de secours et les comportements corrects à adopter.	Présence de fumée, de gaz toxiques. Encombrement des voies et des chemins du tunnel. Densité de la foule. Visibilité ou lisibilité limitée des issues de secours. Visibilité ou lisibilité limitée des dispositifs de sécurité, des panneaux et des affichages.

<b>TABLE 1</b> <b>MAIN FACTORS THAT ACCELERATE OR DELAY OCCURRENCE OF EGRESS BEHAVIOURS</b> <b>(SOCIETY OF FIRE PROTECTION ENGINEERS, SFPE)</b>		
	<b>Main factors that can accelerate the occurrence of egress behaviours</b>	<b>Main factors that can delay the occurrence of egress behaviours</b>
<b>Phase 0: Onset of the event</b>	Proximity of the source of hazard. Initial knowledge about the tunnel, its equipment as well as about suitable behaviours in case of crisis. To have already experienced a crisis situation.	Distance to the source of hazard. Level of personal concerns (for example, focus of drivers of large trucks on driving in the tunnel). Mistaken knowledge (beliefs) regarding the tunnel, its equipment as well as the suitable behaviours in case of a crisis.
<b>Phase 1: Perception and recognition of the alert signals</b>	Proximity of the source of hazard. Modalities and intensity of the alert. Clear and explicit messages about the risk level and its possible outcomes. Credibility of the information given and perceived. Collective move towards emergency exits.	Distance to the source of hazard. Absence of clear, informative and directive messages. Radio not listened to. Collective move against evacuation.
<b>Phase 2: To make a decision about hazards reality and to evacuation preparation</b>	Clear and explicit messages about the risk level and its possible outcomes. Information making clear the direction of emergency exits as well as the appropriate behaviours to adopt. Credibility of the information given and perceived. Presence/emergence of a leader organising and managing the evacuation. Collective move towards evacuation. High/good visibility of the emergency exits, of the safety devices, signs and displays.	Absence of clear, informative and directive messages. Radio not listened to. Collective move against evacuation. Low visibility or readability of emergency exits. Low visibility or readability of safety devices, signs and displays.
<b>Phase 3: Move towards getting safe</b>	Smoke well controlled. Lighting. High/good visibility of emergency exits, safety devices, signs and displays. Information making clear the direction of emergency exits as well as appropriate behaviours to adopt.	Presence of smoke, toxic gas. Jam of road lines and tunnel paths. Crowd density. Low visibility or readability of emergency exits. Low visibility or readability of safety devices, signs and displays.