

▶ 4.1 GÉNÉRALITÉS

Le personnel d'exploitation peut être classé en trois catégories :

- personnel d'exploitation, chargé de la gestion du trafic et de la gestion technique
- personnel administratif et de soutien logistique (administration, finances, personnel, gestion, etc.).
- équipe de secours d'urgence. Il peut exister des Services d'urgence externes. Si l'organisation du tunnel dispose de ressources suffisantes, elle peut posséder sa propre équipe de première intervention. Lorsque les équipes de secours externes arrivent, elles prennent en charge le problème.

Ce guide ne traite que de l'organisation, du recrutement et de la formation du personnel d'exploitation, ainsi que du personnel de première intervention.

Il est difficile d'établir une liste des qualités et des connaissances requises par métier et par type de fonction, qui puisse convenir pour toutes les structures d'exploitation ou pour tous les pays. C'est pour cette raison que nous avons retenu la classification très générale décrite dans un précédent rapport AIPCR [2] à savoir :

- personnel chargé du contrôle,
- personnel de maintenance,
- personnel de première intervention.

Cette classification conduit à des groupements de tâches plutôt qu'à des fonctions ou des métiers. Il est possible, par exemple, qu'un agent du personnel d'exploitation assure le contrôle du trafic et la gestion des interventions. Toutefois, un agent chargé de gérer le trafic doit savoir comment fermer ou ouvrir une voie à la circulation et cela ne fait aucune différence que cette personne soit un policier ou un gestionnaire du trafic.

Considérer les tâches, plutôt que les fonctions, permet de définir plus facilement les qualités requises pour obtenir le niveau de performance adéquat.

▶ 4.1 GENERAL ASPECTS

In a general sense the operating staff can be classified into three categories:

- Operating personnel, dealing with traffic management and technical management;
- Administrative and logistical support personnel, (administration, finance, personnel, management etc.);
- Rescue team staff. There may be external Emergency Services rescue teams. If the tunnel organization has enough resources they may have their own first response intervention team. When the external rescue teams arrive they will take charge.

This Guidance document only deals with organizing, recruiting and training of the operating personnel, plus first response intervention personnel if provided.

It is difficult to list or categorize the required qualities and knowledge by profession or functional responsibility in a manner which fits all organizations or countries. For this reason we use the general positions as described in PIARC report [2]:

- Control Staff,
- Maintenance Staff,
- Incident First Response Staff.

These positions are task clusters rather than functions or professions. For instance, it is possible that a person in a Tunnel Operating body performs tasks both in traffic control and in incident response. However, a person who performs the task of managing traffic has to know how to close or open a traffic lane. It makes no difference whether this person is a police officer or a traffic manager.

Using tasks rather than functions it is possible to more easily and flexibly link the qualities required for adequate performance for these positions.



Cela rend également plus aisée l'application des recommandations AIPCR pour l'interprétation des fonctions dans les différents pays. Le Guide Bonne Pratique [2] décrit les aspects "pourquoi" et "comment" de la formation le présent document traite de l'aspect "que faut-il faire".

► 4.2 DOMAINE D'APPLICATION

D'une façon très schématique, on peut représenter l'exploitation d'un tunnel comme un plan, avec des «événements affectant le trafic» en abscisse et des «moyens humains et équipements» en ordonnée (voir *figure 1, page suivante*). Chaque axe est divisé en trios : normal, incident et urgence et ainsi, en termes d'exploitation, on partage le plan en trois zones : la zone extérieure est celle où il faut fermer le tunnel, la zone intermédiaire celle où il convient de prendre des mesures de contrôle et/ou des restrictions de circulation ; enfin la zone intérieure correspond à une situation d'exploitation normale qui est la plus fréquente.

- En situation normale ou d'exploitation courante, le trafic peut être l'objet d'événements sans grande incidence sur son écoulement ; de même, les équipements peuvent eux aussi connaître des dysfonctionnements mineurs. Ces événements ou dysfonctionnements mineurs (dans les zones « trafic normal » ou « fonctionnement courant », *figure 1*) entraînent des interventions simples, réalisées fréquemment ; ils ne nécessitent pas d'avoir recours à des intervenants extérieurs.
- L'exploitation du tunnel peut être perturbée soit par un événement qui a une incidence sur le trafic, soit par la perte de moyens matériels et/ou humains. L'exploitant est alors amené à faire appel à un ou plusieurs intervenants extérieurs à ses services : forces de l'ordre, services de secours, dépanneurs, sous-traitants, etc.

On définit deux seuils de gravité :

Au-delà du premier seuil, les événements liés au trafic ou à l'environnement ou les dysfonctionnements techniques (dans les zones 'trafic perturbé' et 'fonctionnement dégradé' du schéma ci-dessous) ont des conséquences sur l'écoulement du trafic ou la sécurité du tunnel. Ils nécessitent la mise en place de mesures compensatoires ou de restriction de trafic par l'exploitant et la police. L'exploitation de la route est affectée, mais la sécurité des usagers reste assurée. Le tunnel est exploité en mode dégradé.

Au-delà du second seuil, les événements ou dysfonctionnements sont critiques ou majeurs du point de vue de la sécurité et conduisent à la fermeture du tunnel. Dans certains cas particuliers, les autorités administratives locales pourront déclencher un plan de secours spécialisé.

This also makes it easier for persons using the PIARC recommendations to interpret them for the functions in their own country. In the Good Practices document the "why" and the "how" of training are described, and the "what" is included in this document.

► 4.2 WORKING AREA

Very schematically the tunnel operation can be represented as a plan with "events affecting traffic" in abscissa and "human means and equipment" in ordinate (see *figure 1, next page*). Three zones are defined on each axis: normal, incident and emergency. They partition the plan into three cells. Under terms of operation the outer cell requires the total closure of the tunnel, the intermediate cell involves control measures and/or traffic limitations; the inner one corresponds to the most frequent range of normal operation.

- Within a range of acceptable 'normal' operating conditions, events may occur that do not really affect the traffic flow; also, equipment may also show minor malfunctions. Such minor events or malfunctions (in the 'normal traffic conditions' or 'usual operation' zones of *figure 1, next page*) lead to simple internal operational actions occurring frequently; they do not require any recourse to external support.
- The tunnel operation may be disturbed either by an incident affecting traffic or by the loss of physical and/or human functions. Thus the tunnel operator has to call on one or several external services: traffic police, rescue services, breakdown service, sub-contractor, etc.

Two severity thresholds are defined:

Beyond the first threshold, the events affecting traffic or environmental or the technical dysfunctions (in the 'traffic incident' or 'altered function' zones of the scheme below) have consequences on the traffic flow or safe operation of tunnels. They require the tunnel operator and traffic police to introduce compensatory measures or traffic limitations. The road operation is affected but not the users' safety. The tunnel is operated under a controlled degraded mode.

Beyond the second threshold, the events or malfunctions are safety critical or major and lead to the tunnel closure. Under appropriate conditions, the Tunnel Authority body will initiate the specialized emergency response plans.

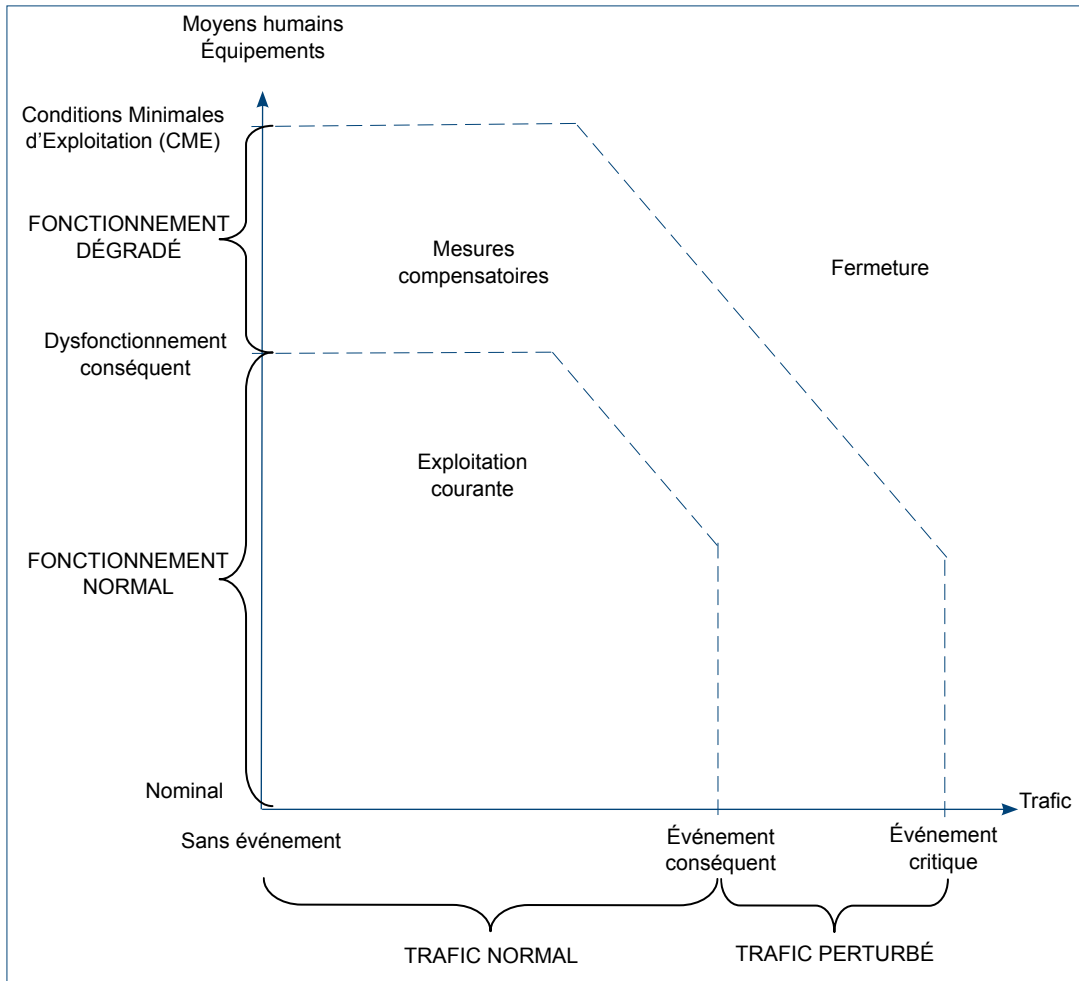


Figure 1 - Représentation schématique de l'exploitation d'un tunnel

► 4.3 TÂCHES

4.3.1 Personnel chargé du contrôle

Encadrés par un responsable (ou superviseur), les opérateurs tunnel exécutent les tâches de contrôle. Le responsable des opérateurs (ou superviseur) est également responsable de la mise au point et de l'agrément des plans et procédures vis-à-vis des autorités compétentes pour le traitement de toutes les situations d'urgence.

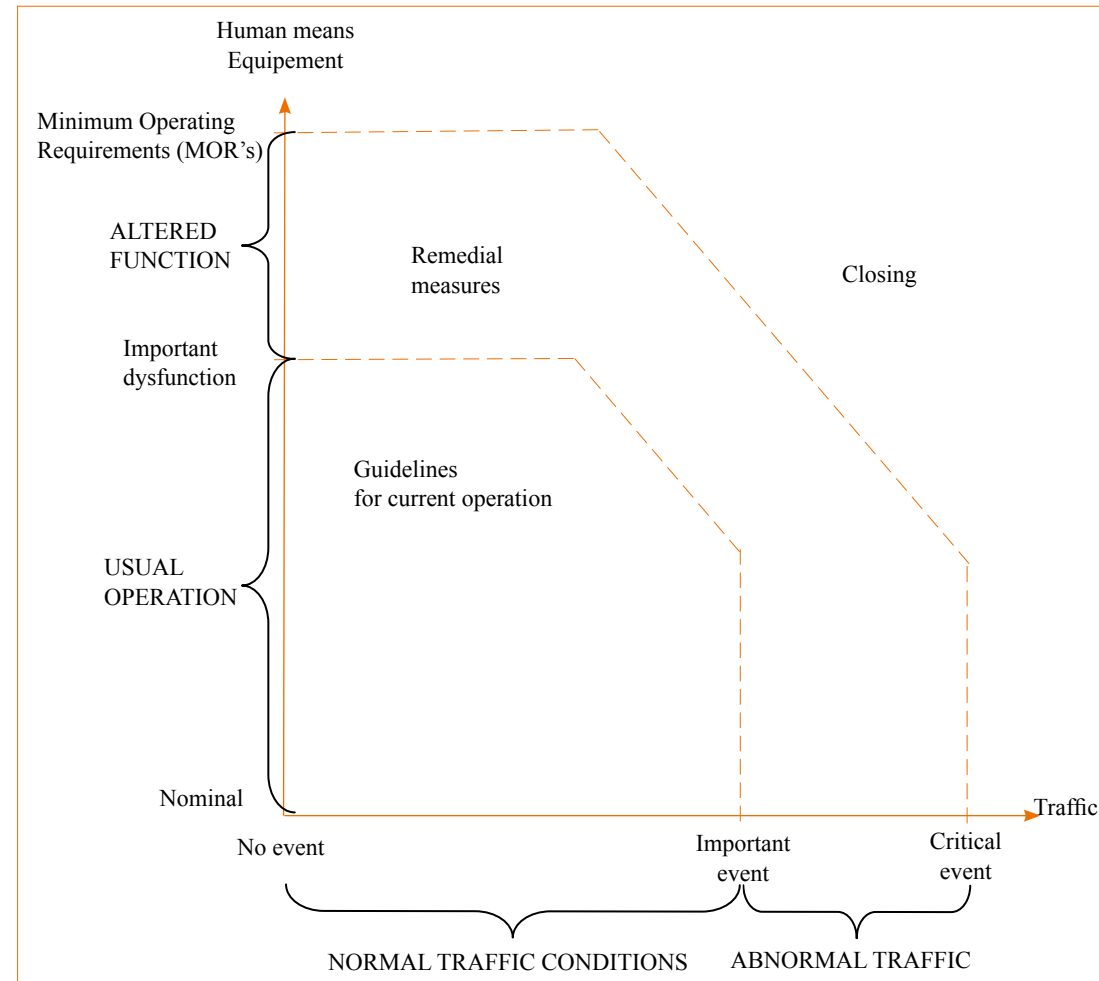


Figure 1 - Schematic view of tunnel operation

► 4.3 TASKS CONTENT

4.3.1 Control staff

Control tasks are managed by tunnel operators who in turn can be managed by a control (or supervisory) manager. The control (or supervisory) manager is also responsible to develop and agree on plans and procedures with all of the relevant authorities, that deal with emergency incidents.



En règle générale, les opérateurs tunnel travaillent dans un centre de contrôle et ils sont responsables des travaux suivants :

- contrôle du trafic habituel à l'intérieur et à proximité de l'ouvrage ;
- détection de tout incident susceptible de mettre en danger la sécurité des usagers. En cas de détection d'un tel événement, le personnel doit, conformément aux consignes et procédures, activer les équipements concernés (signalisation, ventilation, etc.) et informer les services d'intervention compétents de la nature et du niveau de gravité de l'incident en cours ;
- contrôle/commande des équipements ;
- appel de l'équipe de maintenance en cas de panne ou de dysfonctionnement des installations techniques pouvant affecter la sécurité du tunnel ;
- information des usagers, des médias et/ou des autorités locales sur toutes les conséquences éventuelles d'un incident en cours.

Selon le nombre de tunnels et leur complexité spécifique, ces tâches peuvent être effectuées par un seul opérateur tunnel ou par plusieurs. Une option judicieuse est d'avoir une personne chargée de la gestion du trafic et des incidents (contrôlant le trafic et assurant l'interface humaine pour mettre en oeuvre les scénarios) et une autre chargée de la gestion des équipements (contrôlant la disponibilité des équipements et gérant leur entretien pour assurer un niveau de service correct aux agents de circulation).

Il faut insister sur le fait que les opérateurs tunnel, en charge de la gestion du trafic et des équipements, ont un niveau élevé de responsabilité et une activité intense pendant les premières minutes d'un incendie ou d'un incident majeur.

a) Gestion du trafic: surveillance et contrôle du trafic

L'opérateur tunnel est responsable de la gestion des situations suivantes :

- trafic normal,
- travaux d'entretien planifiés,
- incident de faible niveau,
- incident de niveau élevé.

L'exécution de ces missions conduit à assurer :

- la surveillance constante du trafic normal à l'intérieur du tunnel et sur les accès,
- la gestion des opérations de maintenance planifiées à réaliser sur les voies de circulation, etc.,

As a general rule the tunnel operators work in a Control Centre and they are responsible for the following duties:

- normal traffic control inside and in the vicinity of the structure;
- detection of any event likely to endanger the users' safety. When detecting such an event the personnel, according to the guidelines and procedures, operatives have to start the pre-planned emergency response elements (signalling, ventilation etc.) and also to inform the competent emergency services of the nature and severity level of the event;
- control/command of equipment;
- advise maintenance staff in case of failures or malfunction of the technical facilities which may have an impact on the tunnel safety;
- inform users, media and/or local authority, of any consequences.

According to the number and the specific complexity of the tunnel(s) these tasks may be done by only one tunnel operator or by several people. A suitable option may be that one in charge of the traffic and incident management (makes control of traffic and uses a human interface to apply scenarios) and another one in charge of equipment management, (controls the equipment availability and manages the maintenance of equipment to give to the traffic operative a correct level of service).

It is important to emphasize that tunnel operators (in charge of traffic and equipment management) have a high level of responsibility and activity during the first few minutes of a fire or a major incident.

a) Traffic management: supervision and control of traffic

The tunnel operator is responsible for managing all the traffic situations:

- normal traffic,
- pre-planned maintenance works,
- low level incident,
- high level incident.

Achieving these missions means:

- constant monitoring of normal traffic inside the tunnel and around it;
- to manage pre-planned operations on traffic lanes requiring closure for maintenance operations, etc.



- la détection de tout événement anormal (en particulier ceux pouvant mettre en danger la sécurité des usagers), et les premières décisions à prendre,
- la gestion du trafic et des incidents,
- le déclenchement du processus de réaction face à toute situation anormale ou d'urgence et, en fonction de la réponse donnée par les autres acteurs concernés, la vérification que les actions nécessaires sont bien engagées dans les délais et au bon endroit,
- la vérification des conditions de réouverture du tunnel après un incident ou une intervention de maintenance.

Le processus de réouverture a lieu en deux étapes, en fonction des circonstances :

- la première consiste à demander une inspection pour s'assurer que le tunnel et ses équipements permettent d'assurer la sécurité des usagers ;
- la seconde étape est de contrôler le rétablissement du trafic normal.

Dans des circonstances exceptionnelles, il peut être nécessaire de rouvrir partiellement le tunnel pendant une période temporaire avec des conditions particulières de circulation, afin de réduire un embouteillage très important. Le but de l'exploitant doit être de restaurer le trafic normal aussi rapidement que possible en respectant les conditions de sécurité.

b) Gestion technique : contrôle/commande des équipements

L'opérateur tunnel peut aussi avoir des responsabilités en ce qui concerne les équipements du tunnel :

- contrôle constant de la disponibilité et de l'état de toutes les installations techniques ;
 - contrôle des performances optimisées des installations techniques en exploitation normale ;
 - commande (démarrage et/ou arrêt) des systèmes pour essais, entretien et réparation ;
 - coordination efficace lors de différentes interventions techniques ou structurales ;
 - contrôle des installations pendant tout type d'incident technique ;
 - délivrance des autorisations pour intervenir à l'intérieur du tunnel ;
- échange avec le personnel de maintenance pour gérer les équipements pendant un incident.

- detecting and taking initial actions to control any abnormal event, particularly one that may endanger the users safety;
- to manage traffic and incidents;
- initial "call for help" as response to any abnormal or emergency situation and throughout, the response given by other bodies to be sure that appropriate action, times and itineraries are taken;
- to verify if it is possible to re-open the tunnel after an incident or maintenance intervention.

The re-opening process, according to circumstances, may have to be in two-stages:

- the first stage is to supervise an inspection to ensure the tunnel and its equipment are in a safe condition;
- the second is to re-establish the normal traffic flow under control conditions.

In exceptional circumstances it may be necessary to partially re-open a tunnel for a temporary period with special traffic control conditions, to relieve severe congestion. The operational staff should have the objective of restoring normal safe traffic flow as quickly as possible.

b) Technical management: control/command of equipment

The tunnel operator may also have responsibilities regarding the tunnel equipment:

- constant monitoring of the availability, functionality and of all technical installations;
- control the efficient and economic performance of all technical installations during normal operation;
- command (start and/or stop) the installations for testing, maintenance and repair;
- ensure proper co-ordination between all the technical or structural interventions;
- control the installations during each sort of technical incident;
- give the authorization to intervene inside the tunnel. (Equipment Safety);
- liaise with the maintenance staff related to any changes on tunnel equipments during response to any incident.



4.3.2 Personnel de maintenance

Ce personnel peut exécuter les tâches suivantes :

- inspection de la structure du tunnel et des équipements ;
- maintenance de tout ou partie des équipements ;
- entretien de la structure de l'ouvrage ;
- gestion de la documentation technique ;
- formation technique des agents de maintenance.

Le personnel de maintenance a pour rôle d'entretenir les équipements techniques du (des) tunnel(s), de manière aussi bien préventive que corrective. Il agit normalement selon des opérations d'entretien préventif planifiées, mais il peut également être appelé à répondre en urgence à des pannes critiques.

Dans ce type d'intervention, les patrouilles de l'exploitant, la police ou l'opérateur trafic peuvent éventuellement agir pour le protéger et garantir des zones de travail sécurisées (fermeture de voie, signalisation, panneaux à message variable, etc.).

La maintenance, au sens large, peut se faire de différentes façons :

- **préventive** : la maintenance suit des critères prédéterminés ; il y a deux sortes de maintenance préventive :
maintenance périodique : elle s'effectue avant que les dégâts n'aient eu lieu, et des procédures de maintenance périodique (c'est à dire avec des périodes prédéterminées) sont utilisées dans ce type d'entretien ;
maintenance en fonction de l'état : le but de la méthode de vérification de l'état est de réduire l'importance des interventions préventives et de les rendre plus efficaces, d'augmenter les intervalles d'intervention et d'obtenir une meilleure vue d'ensemble de l'état du tunnel et de ses équipements.
- **corrective** : l'intervention a lieu après ou dans l'imminence d'une panne ; ce type de maintenance est aussi appelé maintenance d'intervention sur panne.
- **développement et amélioration** : projets pour l'amélioration des équipements existants ou l'adjonction de nouveaux.

La maintenance préventive et les projets de développement/amélioration peuvent être planifiés et programmés pour s'intégrer dans les périodes (journalières ou hebdomadaires) durant lesquelles le niveau de trafic est le plus bas afin de minimiser les interférences sur le trafic.

4.3.2 Maintenance staff

Personnel in the tunnel staff may carry out the following functions:

- inspection of the tunnel structure and the equipment;
- maintenance of some or all the equipment;
- maintaining the structure;
- management of technical documentation;
- technical training of the maintenance staff.

The maintenance personnel role is to maintain the technical facilities of the tunnel(s) in both a preventative and corrective way. Maintenance staff usually acts on pre-programmed preventative maintenance operations but can also have to urgently respond to critical faults.

This type of intervention, may require the road patrollers, police staff or traffic control staff to take action to protect themselves and provide safe work areas (closing lanes, signalization, variable message signs etc.).

Maintenance can occur in different ways:

- **preventative**: maintenance occurs according to pre-determined criteria; there are two types of preventative maintenance:
periodic: maintenance is carried out before damage has occurred and periodic routines (i.e. After predetermined periods) are used in this type of maintenance
condition based: the aim of condition-checking methods is to reduce the extent of preventative maintenance and be more effective, increase the service intervals and obtain a better overview of the condition of the tunnel and its equipment.
- **corrective**: maintenance occurs after or approaching equipment failure; this type of maintenance is also called breakdown-based maintenance;
- **development and improvement**: one off projects to improve existing or to add new equipment.

Preventative maintenance and development/improvement projects can be planned and programmed to fit in with the windows of opportunity within the normal daily/weekly traffic pattern in order to minimize traffic interference.

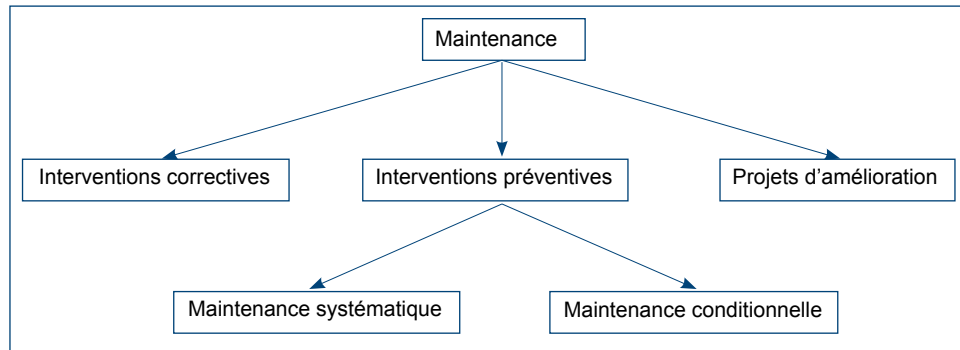


La part de la maintenance corrective peut être réduite :

- en prévoyant, dès le stade du projet, un doublement, ou une redondance, des équipements essentiels,
- en assurant une maintenance préventive systématique sur tous les équipements.

Toutefois, comme il n'est pas possible d'éliminer complètement les interventions correctives. Il faut prévoir des consignes pour traiter toute panne qui peut devenir critique pour la sécurité du tunnel.

Figure 2 - La maintenance



Les projets d'amélioration peuvent avoir plusieurs origines : nouvelles réglementations, nouvelles technologies, fiabilité décroissante, ou facteurs économiques.

Un responsable maintenance est généralement en charge des agents de maintenance.

4.3.3 Personnel de première intervention

Les longs tunnels ou les tunnels à fort trafic peuvent disposer de leur propre équipe de première intervention en cas d'incident.

En règle générale, l'équipe de première intervention est chargée des tâches suivantes :

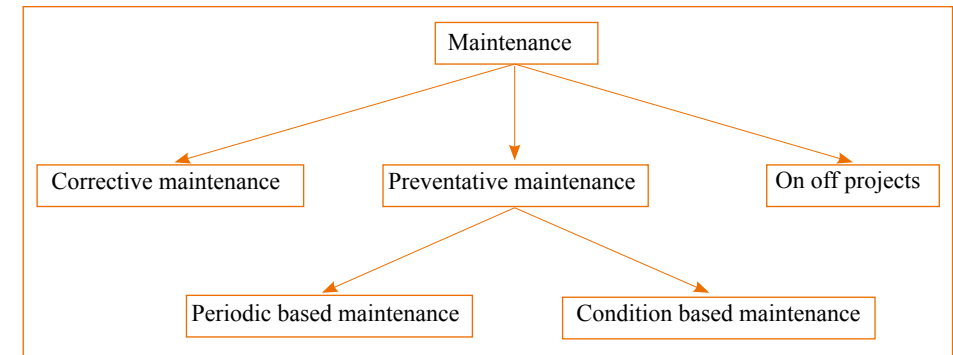
- assurer la protection des usagers impliqués dans un incident à l'intérieur du tunnel ;
- intervenir rapidement dans le tunnel en cas d'incident pour assurer une première

Corrective Maintenance criticality can be reduced by:

- duplication/redundancy of essential equipment in the design and construction,
- with a systematic complete preventative maintenance.

But corrective maintenance can not always be totally eliminated. Plans need to be created to deal with equipment failure, which is critical to tunnel safety.

Figure 2 - Maintenance



The need for one off projects can be driven by new regulation, by new technology, by falling reliability, or by economic factors.

A maintenance manager is usually in charge of the maintenance team.

4.3.3 Incident first response staff

Larger or tunnels with heavy traffic (volumes) may have a dedicated Incident First Response team.

As a general rule, the missions assigned to the Incident First Response team are as follows:

- to ensure the protection of the users involved in an incident in the tunnel;
- to quickly intervene in the tunnel in case of an incident to ensure initial control and safety measures are initiated and also to prepare access for the



prise de contact, prendre les premières mesures de sécurité et préparer l'intervention de l'équipe de secours si besoin ;

- évacuer les véhicules en panne ou impliqués dans un accident ;
- en cas d'incendie, prendre les mesures nécessaires pour contrôler et, si possible, éteindre le feu.

Une équipe de première intervention peut être composée par des patrouilleurs convenablement entraînés et/ou du personnel spécifique. Par exemple, l'opérateur tunnel, grâce à un système de détection automatique d'incident (DAI) ou par les caméras de télésurveillance, détecte un incident : objet sur la chaussée, véhicule arrêté ou accident. L'équipe de première intervention est envoyée immédiatement sur place. La plupart du temps, les patrouilleurs sont les premiers et les autres personnels assurent le renfort lorsqu'ils arrivent.

La première priorité des patrouilleurs est d'être dans le flot du trafic, de pouvoir se déplacer en sécurité et d'être disponible pour répondre rapidement aux incidents et urgences. Ce rôle peut être combiné utilement et économiquement avec d'autres tâches, comme le contrôle visuel des équipements et la réalisation de travaux d'entretien mineurs.

Lorsqu'un tunnel dispose d'une équipe de première intervention celle-ci se trouve très souvent placée sous l'autorité du responsable de la gestion du trafic.

4.3.4 Prise en compte du type de tunnel

L'étendue des tâches qui concernent l'équipe d'exploitation dépend de plusieurs caractéristiques propres au tunnel concerné. Il s'agit des points suivants :

- Le tunnel est surveillé ou non surveillé :
Dans les tunnels non surveillés, il n'existe normalement ni surveillance humaine ni contrôle du trafic spécifique. Les tâches se limitent donc à l'entretien. Les services de secours locaux sont responsables des interventions en cas d'incident. Dans de (très) rares cas, l'exploitant dispose d'une ou plusieurs équipes de secours dédiées au tunnel.
- Le centre de contrôle est implanté à proximité ou à éloigner :
Parfois il est nécessaire de connaître le contexte routier local pour gérer correctement le trafic. Ceci est particulièrement vrai pour les tunnels urbains situés dans un réseau complexe. Si le centre de contrôle se trouve à distance, la formation de l'équipe de gestion du trafic devra inclure la connaissance de ce réseau routier

rescue team, if required;

- to remove broken down vehicles or vehicles involved in an incident;
- in case of a fire, to ensure the introduction of preliminary procedures to control and, if possible, to extinguish the fire.

Incident First Response staff can be suitably trained as road patrollers and/or as a separate first response team. As an example an incident (object on the road, stopped vehicle or accident) is detected by the tunnel operator using AID¹ system or CCTV² equipment. Immediately the first response team is sent to the location. Most of the time road patrollers are the first to arrive and other personnel, on arrival, reinforce the Incident First Response team.

The first priority of road patrollers is to be amongst the traffic, to keep it moving safely and to be available to respond very quickly to incidents and emergencies. This role can be usefully and economically combined with other duties such as formal inspections and minor maintenance tasks.

Where tunnels have Incident First Response staff it is most likely that they will be under the control of the traffic manager.

4.3.4 Taking account of the type of tunnel

The tasks of operating staff, as indicated in this document, may or may not apply for a specific tunnel, depending on:

- Whether the tunnel is, or is not monitored;
In non-monitored tunnels there is usually no dedicated human supervision and traffic control. Tasks are therefore usually limited to maintenance. The local rescue services are responsible for incident response. In (very) few cases, the operation manager has one or more rescue teams dedicated to the tunnel.
- Whether the Control Centre is local or remote;
In some cases, knowledge of the local road network is necessary for proper traffic management. This is especially the case for urban tunnels in a complex network. In case of a remote Control Centre, education of traffic management staff will have to include knowledge of this local road

¹ Automatic Incident Detection

² Closed Circuit Television



local et son mode de gestion. De même, il faudra maintenir l'équilibre entre les tâches dédiées au tunnel et ses accès et celles dédiées au réseau routier plus large géré par le centre de contrôle.

L'équipe de première intervention ne peut répondre rapidement dans les premières phases d'un incident que si elle est basée près du tunnel. Si le centre de contrôle est local, il n'y a aucun problème. S'il est à distance, on peut avoir recours à des solutions alternatives, comme la mise en place d'un poste de secours près du tunnel.

- Le nombre et la complexité des installations techniques présentes dans le tunnel.

Pour les tunnels disposant d'un grand nombre d'équipements techniques, les tâches de maintenance seront plus nombreuses et un effectif plus important (personnel de l'exploitant et/ou sous-traitants) sera nécessaire pour les réaliser. De même les tâches de surveillance du bon fonctionnement des équipements seront plus larges.

Le tableau ci-dessous (*Figure 3*) présente les caractéristiques des tâches pour une combinaison des trois facteurs déterminants.

Figure 3 - Tâches en fonction des trois facteurs déterminants

Niveau d'équipement	Surveillance	TACHE(S) POSSIBLE(S)	
		Centre de contrôle local ¹	Centre de contrôle à distance
Elevé (tunnel avec de nombreux équipements)	Surveillé	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention • Surveillance et contrôle du trafic • Contrôle, commande des équipements • Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention • Surveillance et contrôle du trafic • Contrôle, commande des équipements • Maintenance²
	Non surveillé (pas sous surveillance humaine continue)	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement entretien 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention • Contrôle commande des équipements • Maintenance
Faible (tunnel avec peu d'équipements)	Surveillé	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention • Contrôle, commande de certains équipements • Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Intervention • Contrôle, commande de certains équipements • Maintenance
	Non surveillé	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Seulement maintenance • Contrôle, commande de certains équipements

¹ En cas de faible niveau d'équipement, le Centre de contrôle local peut n'être qu'une salle technique

² Seulement détection des pannes

network and its traffic management. Also, the balance must be considered between, tasks dedicated to the tunnel and its approaches and to the wider highway main network that is managed by the remote Control Centre.

Incident First Response staff can only respond quickly in the first stages of an incident if they are located near the tunnel itself. If the Control Centre is a local one, this is not a problem. In case of a remote Control Centre, it can be arranged by alternative solutions such as setting up a rescue station near the tunnel.

- The number and complexity of technical installations present in the tunnel;

For tunnels with a lot of technical equipment, maintenance tasks will be more numerous and more staff (Tunnel Operating body staff and subcontractors) will be required to carry out the maintenance. Also, monitoring the functioning of all installations (by the control staff) will be more extensive.

The table below (*Figure 3*) shows task characteristics for a combination of the three differentiating factors.

Figure 3 - Tasks characteristics for a combination of the differentiating factors

Equipment level	Monitoring	POSSIBLE TASKS	
		Local control centre ¹	Remote control centre
High (tunnels with a lot of equipment)	Monitored	<ul style="list-style-type: none"> • Incident Response • Supervision and control of traffic • Control-command of equipment 	<ul style="list-style-type: none"> • Incident Response • Supervision and control of traffic • Control-command of equipment
	Non Monitored (not under continuous human supervision)	<ul style="list-style-type: none"> • Only maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Incident Response • Control-command of some equipment • Maintenance
Low (tunnels with few equipment)	Monitored	<ul style="list-style-type: none"> • Incident Response • Supervision and control of some equipment • Maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Incident Response • Supervision and control of some equipment
	No surveillance	<ul style="list-style-type: none"> • Only maintenance 	<ul style="list-style-type: none"> • Only maintenance • Control-command of some equipment

¹ In case of low level equipment the local Control Centre can be only a technical room

² Only detection of failure



► 4.4 EXIGENCES LÉGALES, PROCÉDURES ET PLANS

4.4.1 Exigences légales

Tous les pays disposent d'un cadre légal avec des exigences nationales et/ou internationales. Certaines exigences sont obligatoires, d'autres ne sont que des recommandations. Les réglementations sont très souvent établies par des textes généraux ne définissant que les principes (réglementations nationales conformes à la Directive Européenne, textes nationaux). Les recommandations (AIPCR, IESNA¹, etc.) respectent les réglementations et peuvent permettre d'interpréter et/ou d'appliquer certaines lois.

Dans l'Union Européenne, les responsables de l'exploitation de tunnels du réseau Routier Trans-Européen doivent, avec l'approbation préalable de l'administration, nommer un officier de sécurité qui coordonnera toutes les mesures préventives et de sauvegarde pour assurer la sécurité des usagers et du personnel d'exploitation. Cet officier de sécurité effectuera les tâches suivantes :

- coordination avec les services d'intervention et participation à l'élaboration des schémas opérationnels,
- participation à la planification, l'exécution et l'évaluation des interventions d'urgence,
- participation à la définition des plans de sécurité ainsi qu'à la spécification de la structure, des équipements et de l'exploitation.

La plupart des pays ont décidé que l'officier de sécurité sera désigné par le responsable de l'exploitation du tunnel (et non les services de secours). L'indépendance de l'officier de sécurité sera garantie s'il n'est pas placé sous l'autorité hiérarchique de l'exploitant du tunnel.

Dans de nombreux pays, on demande à l'officier de sécurité de préparer et d'élaborer un plan d'intervention d'urgence (*voir § 4.3.3, p 34*). Ce plan est basé sur la législation locale et doit inclure les procédures et les instructions concernant au moins les opérateurs tunnel et le personnel d'intervention en cas d'incident. Les procédures d'intervention doivent également être coordonnées avec celles des services de secours.

Le contenu de ce manuel est défini par les instructions ou directives nationales, normalement spécifiques à chaque pays. Il définit les scénarios couverts dans le plan de sécurité et dans le Plan de Procédures Opérationnelles.

¹ Illuminating Engineering Society of North America

► 4.4 LEGAL REQUIREMENTS, PROCEDURES AND PLANS

4.4.1 Legal requirements

A legal framework exists in all countries. This framework can be at a national level and at an international level. Some requirements are compulsory others are only recommendations. Very often regulations are general texts and they only define the principles (national regulations in accordance with European Directive, National texts). The recommendations (PIARC, IESNA³, etc.) are in accordance with the regulations and can define how to interpret and/or enforce the laws.

In the European Union, tunnel managers of Trans European Road Network shall, with the prior approval of the Administrative Authority, nominate a safety officer who shall coordinate all preventive and safeguards measures to ensure safety of users and operational staff. This safety officer shall perform the following tasks:

- coordination with emergency services;
- taking part in the planning, implementation and evaluation of emergency operations;
- taking part in the definition of safety schemes and the specification of the structure, equipment and operation.

Most countries have decided that the safety officer will be assigned by the tunnel manager (not the rescue services). The independence of the safety officer requires the position not to be placed hierarchically beneath the operation manager.

In many countries, tunnel managers are required to prepare and work to an emergency response plan. (*see § 4.4.3, p 35*). This plan is based on the local legislation and must include procedures and instructions for at least the control staff and incident response staff. Procedures for incident response must also be co-ordinated with the procedures of rescue services.

The content of this manual is defined by national instruction or guidelines usually specific for each country. It defines the scenarios covered in the safety plan and in the Safe Operational Procedures Plan.

³ Illuminating Engineering Society of North America



Certains tunnels disposent de documents plus détaillés en lieu et place d'un plan d'intervention d'urgence général. (Citons par exemple le « Plan de procédures opérationnelles sécurisées », le « Plan d'incident technique », etc.). Ces documents décrivent l'ensemble des installations du tunnel concernant la sécurité, définissent les risques découlant d'événements anormaux, classés par type et incluant si possible une analyse des risques en termes de fréquence et de conséquences. Ces documents définissent également les rôles et responsabilités respectives de l'exploitant et des intervenants extérieurs en cas d'urgence. Les intervenants extérieurs sont les sapeurs-pompiers, les autorités civiles, etc.

Un plan plus exhaustif pourrait également comprendre une analyse de risque, des procédures et des méthodes de travail sécurisées pour l'ensemble des travaux d'entretien.

4.4.2 Procédures et instruction d'exploitation

Un document cadre doit être établi pour chaque tunnel, afin de définir les objectifs/principes des interventions à effectuer dans le tunnel ; il doit également couvrir toutes les situations, qu'elles soient normales, anormales ou d'urgence.

Dans ce document, définit, un ensemble d'actions élémentaires à effectuer sur le site est défini avec les procédures associées et les contraintes existantes. Cela vise exclusivement le personnel d'exploitation, ainsi que les procédures et protocoles de communication.

En définitive, tous les tunnels doivent posséder une sorte de 'manuel d'exploitation' qui explicite :

- les opérations de trafic avec des procédures d'exploitation sécurisées,
- les opérations d'entretien avec des systèmes de travail sécurisés,
- l'organisation de l'exploitant, le rôle et la responsabilité des différents agents,
- les tâches effectuées par les différents intervenants, internes ou externes, les procédures agréées/partagées pour les situations normales, anormales ou d'urgence.

4.4.3 Plan d'intervention d'urgence

Un plan d'intervention d'urgence doit être préparé par le responsable de l'exploitation du tunnel :

- soit en commun avec les services d'intervention extérieurs,
- soit avec la participation et la contribution de tous les services d'intervention extérieurs.

Instead of a general emergency response plan, some tunnels can have more detailed documents (As an example “Safe Operational Procedures Plan, Technical Incident Plan”, etc.). These documents may describe all tunnel installations related to safety, define the risks of abnormal events, classified by type and if possible include Risk Assessment in terms of frequency and consequences. These documents also define the relative roles and responsibilities of internal and external parties in the event of an emergency. External parties are fire brigade, civil authorities and so on.

A more comprehensive plan could also contain risk assessments, procedures and safe systems of work for all maintenance tasks.

4.4.2 Procedures and instructions for operation

For each tunnel there should be a documented framework defining the tunnel operations objectives/principles; it should cover all conditions, both normal and abnormal or emergency.

In this document, a series of elementary actions on the site are defined with procedures and constraining provisions according to normal, abnormal or emergency conditions. These operating guidelines are exclusively aimed at the operating personnel, plus communication procedure and protocols.

Finally, all major tunnels should have an “Operations Manual” that explains:

- traffic operations → safe operating procedures;
- maintenance operations → safe systems of work;
- organization, roles and responsibilities;
- functions completed by the different bodies, both internal and external, agreed/shared procedures for normal and abnormal or emergency situations.

4.4.3 Emergency response plan

An emergency response plan has to be prepared by the tunnel manager:

- either jointly with external emergency services;
- or with input and support from the external emergency services.



Ce plan doit préciser en particulier :

- les modes de commande et de coordination des équipements mis à disposition du personnel d'exploitation, en distinguant les différents niveaux de responsabilité ;
- la structure de commandement et de coordination des services d'intervention extérieurs ;
- les procédures d'établissement des communications, les dispositions concernant les réunions et, si nécessaire, les procédures de transmission des ordres ;
- les dispositions retenues pour le déploiement des équipes d'intervention d'urgence et pour l'accès aux tunnels ;
- la nature des équipements de sécurité (par ex. ventilation) ;
- les itinéraires d'accès souterrains sécurisés et les informations permettant de guider l'utilisateur ;
- les moyens de surveillance, les systèmes de communications et les dispositifs d'alerte (diffusion des instructions, mode de transmission, code de définition des accidents, etc.) ;
- les consignes générales d'intervention, en faisant la distinction entre les interventions normales et ordinaires et celles requérant l'action d'intervenants autres que l'exploitant ;
- la liste des ressources à mettre en oeuvre pour traiter les différents cas ;
- les itinéraires qui doivent être mis en place compte tenu du trafic à l'intérieur de l'ouvrage, des voies d'accès et de l'encombrement des voies environnantes ;
- les dispositifs prévus pour garder une trace des événements, des décisions et des actions prises en exploitation ;
- les dispositions prises pour l'information du public et des médias.

Les responsabilités en termes de coordination entre les Pompiers, la Police et l'exploitant du tunnel doivent être définies très précisément dans le plan d'intervention d'urgence.

► 4.5 OUTILS DONT DISPOSE LE PERSONNEL CHARGÉ DU CONTRÔLE

4.5.1 Gestion du trafic

Toutes les tâches concernant la surveillance du trafic sont exécutées par les opérateurs tunnel, souvent avec l'aide de systèmes de commande et d'alarme sophistiqués, qui dans certains cas peuvent parfois établir automatiquement des interventions préprogrammées. Le type et les performances de ces dispositifs sont étroitement liés aux caractéristiques du tunnel et au niveau de trafic.

Dans le cas d'un tunnel fortement équipé, commandé à partir d'un centre de contrôle moderne, un opérateur tunnel peut avoir à sa disposition les équipements suivants :

This plan must in particular indicate:

- the organization commanding and co-ordinating the tunnel operator's facilities, distinguishing different levels of responsibility;
- the external emergency services command and co-ordinating structure;
- agreed initial communications, arrangements and, if appropriate, command handover procedures;
- agreed arrangements for the deployment of emergency response teams and use of tunnels;
- safety equipment (e.g. emergency ventilation);
- safe underground access routes and path information;
- internal and external monitoring, communications and warning facilities (display of instructions, method of transmission, accident definition code etc.);
- general response instructions, distinguishing between normal and ordinary operations and those requiring action by parties other than the operator;
- the nature of the resources to be committed in each case;
- the steps which are to be taken with regard to the control of traffic within the structure and access ways and clearing the approach routes;
- the ordinary facilities designed to keep track of events, decisions and actions occurring in the course of operation;
- the arrangements for public and media information.

The responsibility in term of co-ordination between Firemen, Police and Tunnel Operator has to be defined very precisely in the emergency response plan.

► 4.5 FACILITIES USED BY SPACE CONTROL STAFF

4.5.1 Traffic management

All tasks concerning traffic surveillance are conducted by the tunnel operators often with the assistance of sophisticated monitoring and alarm technology, some of which can also generate automatic pre-programmed responses. The type, the number and the performances of these facilities are normally strongly linked to the characteristics of the tunnel and to the traffic level.

For a highly equipped tunnel with monitoring from a modern control centre a tunnel operator can have at his disposal the following facilities:



- moniteurs fixes et cycliques du réseau de télésurveillance,
- dispositif de sélection automatique des caméras, l'affichage et de détection automatique des anomalies,
- enregistreurs d'images et de données vocales,
- poste centralisateur des appels d'urgence, liaisons téléphonique directes avec les services d'urgence,
- consoles de supervision centralisée,
- systèmes de détection automatique des incidents (DAI),
- systèmes de communication (diffusion radio, systèmes d'alarme sonore et visuelle, panneaux à message variable, panneaux routiers, système d'appel au public, téléphonie interne, etc.

Quelques outils particuliers peuvent être d'une grande aide en cas d'incident important :

- annonces et instructions préenregistrées, globalement ou par zone (l'opérateur n'a alors qu'à presser un bouton pour émettre et/ou diffuser les messages dans le tunnel, par ex. « un incident grave a lieu dans le tunnel ; quittez votre voiture et dirigez-vous vers l'issue de secours la plus proche » ;
- commandes groupées (bouton 'catastrophe') ;
- réponse automatisée (en cas de détection d'incident combinée à partir de différents systèmes de détection, activation des systèmes d'urgence tels que cheminement d'évacuation, démarrage/arrêt ventilation, démarrage/arrêt pompes, éclairage renforcé, etc. Normalement ces actions automatisées peuvent être annulées par l'opérateur).

Une salle réservée à la gestion des interventions (salle de crise) peut aider le responsable de l'exploitation, en particulier lorsque le tunnel est une partie d'un itinéraire, de sorte qu'une intervention d'urgence en un lieu donné puisse être dissociée de la gestion du trafic sur le reste de l'itinéraire. En l'absence de situation de crise, cette salle peut également permettre d'entraîner le personnel et de le familiariser avec les opérations courantes d'exploitation.

Les consoles de supervision fournissent notamment les informations suivantes aux opérateurs tunnel :

- alertes issues des équipements mis à disposition de l'utilisateur (ouverture des portes d'abris, décroché d'un extincteur, etc.),
- niveaux de pollution,
- alarmes issues des détecteurs d'incendie,
- données de trafic (trafic moyen journalier, taux de densité de trafic, vitesse, véhicules en stationnement),

- fixed and cyclic monitors of the CCTV Surveillance network;
- automatic camera selection, enhancement and digital detection of abnormalities;
- recorders for picture and voice data;
- central emergency call station, direct links to emergency services;
- integrated supervision desks;
- automatic incident detection (AID) systems;
- communication services (radio broadcast, audible and visual alarm systems, variable message sign, road signs, public address system, intercom in aid station, etc.

Some particular tools can help in case of a big incident:

- Pre-recorded announcements and instructions either global or zonal (this way the operator merely has to press a button to broadcast and/or display messages in the tunnel e.g. "there is an emergency in the tunnel; leave your car and go to the nearest emergency exit");
- Grouped commands (calamity button);
- Automated response (in case of combined incident detection from different detection systems, activate some emergency systems such as escape route, start/stop ventilation start/stop pumps, increase lighting etc. Normally these automated actions can be overridden by the operator).

A standby incident response management room (crisis room) can help the operation manager, particularly in a network situation so that an emergency response in one location can be separated from the extra traffic diversion demands elsewhere. Such a facility can also be very useful for staff training and familiarization in parallel with normal tunnel operations.

Integrated supervision desks especially provide the following information to the operative:

- warnings from the operating system given by protected facilities (opening of safety recess gates, removed extinguishers etc.);
- pollution sensors;
- fire sensors;
- traffic sensors (average daily traffic, traffic density rate, speed, stationary vehicles);



- alarmes techniques (dysfonctionnement et/ou panne d'un équipement),
- états des dispositifs de gestion du trafic.

4.5.2 Gestion technique

Dans le cas d'un tunnel bien équipé, avec un centre de contrôle disposant d'une salle technique, les équipements sont commandés par un opérateur technique. Cet opérateur dispose alors de nombreuses données techniques et d'équipements de commande.

La salle technique du centre de contrôle permet d'assurer tout ou partie des fonctions et informations suivantes :

- surveillance de l'environnement du tunnel (qualité de l'air, niveaux de l'éclairage extérieur, conditions climatiques, etc.) ;
- contrôle-commande des principales alimentations en énergie ;
- disponibilité des alimentations électriques de secours avec des interventions automatiques et manuelles ;
- contrôle-commande des équipements, disponibilité, état, performance (ventilation, pompage, éclairage, communications, capteurs, etc.) normalement automatique avec intervention manuelle ;
- état et disponibilité des systèmes de sécurité.

Un opérateur technique peut avoir à sa disposition les équipements suivants :

- systèmes d'alarme ;
- systèmes de communication d'enregistrement (image, voix, données) ;
- système SCADA² de supervision (système d'acquisition de données, de contrôle-commande et de supervision).

Les équipements ci-dessus, correctement conçus et intégrés, doivent assurer une bonne gestion des équipements du tunnel en situation normale. Un système SCADA sophistiqué peut aussi être préprogrammé pour traiter un grand nombre de situations dégradées.

L'objectif principal de l'opérateur technique est de superviser la totalité des équipements pour assurer leur bon fonctionnement et répondre correctement par une intervention manuelle en cas de dysfonctionnement ou d'urgence.

² Supervisory Control and Data Acquisition

- technical alarm (equipment malfunction or failure);
- traffic management status signs.

4.5.2 Technical management

In the case of a well-equipped tunnel with a technical room in the control centre, the facilities have to be monitored by a technical operator, having at his disposal a wide range of technical data and monitoring equipment.

A technical room in the control centre will provide some or all of the following information:

- tunnel environment monitoring (air quality, external light levels, weather conditions, etc.);
- main power supplies monitoring and control;
- emergency power supplies availability with automatic and manual override control;
- equipment monitoring – functionality, availability, condition, performance (ventilation, pumping, lighting, communications, sensors, etc.) usually automatic with manual override;
- safety systems functionality, availability.

A technical operator can have at his disposal the following facilities:

- alarm systems;
- communication and recording systems (picture, voice, data);
- supervisory SCADA⁴ system (computer driven data collection, processing and automatic control system).

The above equipment, properly designed and integrated, should be capable of proper management of the tunnel technical services in all normal conditions. A sophisticated SCADA system can also be pre-programmed to deal with many abnormal situations.

The main purpose of the technical operator is the total overview of the equipment to ensure its correct function and to respond correctly with manual intervention in case of malfunction or emergency operating conditions.

⁴ Supervisory Control and Data Acquisition



L'opérateur technique est également impliqué dans la gestion des interventions d'entretien en cas de défaut ou de panne. Il est responsable de :

- l'analyse des dysfonctionnements techniques (problèmes dans l'alimentation en courant, réseaux de communication, pannes des installations) ;
- l'estimation des marges de sécurité en termes d'exploitation technique dans le cas d'équipements déficients ;
- la prise de décisions concernant les actions à entreprendre sur ces équipements.

Alors que la gestion du trafic est une tâche continue, la gestion technique est souvent liée à l'apparition d'un incident (cela signifie qu'il n'y a pas d'actions à engager dans une situation normale d'exploitation). Quand il y a des alarmes techniques l'opérateur technique doit les gérer. Les alarmes prioritaires (perte de l'alimentation électrique, défaillance de la ventilation, etc.) doivent être traitées immédiatement, cela signifie que dans certains cas (pendant les heures de nuit par exemple) l'opérateur trafic doit s'en charger. Par conséquent, les tâches techniques confiées à l'opérateur trafic doivent être clairement définies (la réciproque n'est pas vraie).

Pour assurer les tâches qui sont les siennes, l'opérateur technique doit :

- analyser toute dysfonction pour éventuellement en diagnostiquer la cause, évaluer les marges de sécurité d'exploitation et prévenir les agents de maintenance du problème ;
- tenter de réparer à distance, observer et interpréter les résultats, puis informer les agents de maintenance ;
- informer les agents de maintenance sur les interventions curatives qui restent à réaliser et organiser les actions nécessaires ;
- participer au suivi des interventions, vérifier sur les écrans de contrôle que le défaut a été éliminé, que la fonction est entièrement restaurée et que le service normal a repris ;
- pendant tout ce qui précède, rester en liaison avec le responsable trafic du centre de contrôle pour que des dispositions appropriées soient prises en termes de gestion de trafic pour compenser les dysfonctionnements en cours et, si nécessaire, garantir un accès et des zones de travail sécurisés pour effectuer les réparations, ou, dans les cas extrêmes, prendre des dispositions pour une fermeture totale du tunnel.

Also the technical operator can be concerned with the management of the maintenance response in case of equipment fault or breakdown. He can be responsible for:

- analysing the technical malfunctions (problems in power supply, communication networks, facility breakdowns);
- assessing the safety margins in terms of technical operation with deficient equipment;
- managing the actions on these facilities.

Whereas the traffic management is a 24 hours working task, the technical management is often a pure incident management (i.e. there are no tasks during normal tunnel operation). When there are technical alarms the technical operator has to follow-up. High-priority alarms (electrical breakdown, ventilation failure, etc.) have to be immediately treated, that means that in some cases (during night hours for example) the traffic operator has to follow-up. Therefore, the traffic operator has also technical tasks to be clearly defined (vice-versa this is not the case).

To fulfill the maintenance tasks, the technical operators have to:

- analyse any malfunction to possibly diagnose the cause, evaluate the operating safety margins of the facilities and warn the maintenance agents of the technical problem;
- attempt remote curative action and observe and interpret the results, then inform the maintenance agents;
- inform the maintenance agents about the remaining curative maintenance needs, and arrange the relevant actions;
- participate in the follow-up of the actions, check on the control screens that the failure has been removed and that the function is fully restored and normal service resumed;
- throughout all of the above, liaise with the traffic control centre officer so that appropriate traffic control arrangements can be put in place to compensate for reduced safety margins and if necessary provide safe access and work areas to carry out repairs, or in extreme cases to arrange a total closure of the tunnel.