

Les Travaux

1 Installation de caméras de détection automatique d'incidents



Lorsqu'un incendie se déclare dans un tunnel, il est important de réagir au plus vite. Il faut donc détecter le plus tôt possible les éventuels débuts d'incendie. La surveillance doit couvrir la totalité de l'ouvrage afin que l'opérateur de sécurité trafic puisse identifier et qualifier un événement alarmant, le plus efficacement possible.

Aujourd'hui, des caméras vidéo classiques permettent de surveiller visuellement l'intérieur des tunnels depuis le PC de sécurité, mais c'est à l'opérateur de sécurité d'évaluer lui-même si un événement est alarmant ou non, en fonction de ce qu'il voit sur ses écrans.

Une surveillance « intelligente »

Le nouveau dispositif consistera en une surveillance vidéo « intelligente » qui permettra de détecter automatiquement les événements alarmants. L'objectif est de réduire le temps de réaction au maximum mais aussi de filtrer les événements de moindre importance.

Une caméra vidéo tous les 100 mètres

Tous les 100 mètres à l'intérieur des tunnels, une caméra vidéo sera installée. Les images seront transmises à un logiciel d'analyse en temps réel capable de détecter automatiquement par exemple, un véhicule immobile au milieu d'un trafic fluide, ou encore la présence de fumée.



Une alarme envoyée au PC de sécurité

Lorsque le système détectera un événement anormal, une alarme sera envoyée au PC indiquant à l'opérateur le lieu et la nature de l'évènement : « incendie », « voiture arrêtée sur la bande d'arrêt d'urgence », etc. Le système sera paramétré de façon à ne faire remonter que les incidents sur lesquels il est important d'intervenir. Sa fiabilité limitera les fausses alarmes, qui risqueraient d'abaisser la vigilance de l'opérateur.

Les Travaux

2 Installation de barrières télécommandées



Il faut pouvoir fermer le plus rapidement possible le tunnel à la circulation afin d'éviter que d'autres automobilistes entrent dans le tunnel où un incident s'est produit. Pour arrêter le trafic, le code de la route prévoit des feux rouges clignotants. Or, des études ont montré qu'ils ne sont pas totalement efficaces pour arrêter les véhicules. La solution retenue par la DIRIF est d'ajouter en plus des feux de signalisation, des barrières télécommandées.

Des barrières bien visibles

Des barrières télécommandées ont été spécifiquement conçues pour les tunnels d'Ile-de-France. Elles fonctionneront selon le même principe que celles des passages à niveau : elles s'abaisseront en une quinzaine de secondes sur toute la largeur de la chaussée et seront, en cas d'alerte, directement actionnables par l'opérateur depuis le PC de sécurité. De couleur rouge et blanche, munies de languettes pendues à la verticale et de diodes lumineuses, elles seront bien visibles lorsqu'elles s'abaisseront.

Ces barrières seront placées à 50 mètres de l'entrée du tunnel, afin de :

- laisser une zone libre pour l'intervention des services de secours ;
- ne pas exposer les usagers arrêtés derrière les barrières aux éventuelles sorties de fumées en entrée de tunnel.

Une signalisation associée pour prévenir les usagers

Les usagers qui arriveront aux abords du tunnel seront informés de sa fermeture par deux panneaux à message variable (PMV) placés sur des portiques au-dessus des voies : l'un à deux kilomètres du tunnel, l'autre à 250 mètres.

Pour les inciter à réduire leur vitesse, quatre panneaux dynamiques mis en place par paires sur des portiques s'allumeront (un de chaque côté de la voie) : deux panneaux de limitation à 70 km/h, 500 mètres avant le tunnel et deux panneaux de limitation à 50 km/h, 250 mètres avant. Des feux orange clignotants (« warning ») seront également installés sur ces portiques, afin d'attirer l'attention des usagers et les avertir du danger.

Enfin, pour informer les usagers arrêtés à l'entrée du tunnel des raisons de sa fermeture, un panneau à message variable (PMV) situé au niveau de la barrière délivrera des messages comme « Incendie dans tunnel » ou « Intervention des secours en cours, merci de patienter ».

Croix et feux rouges

La fermeture du tunnel sera également indiquée par des croix rouges lumineuses placées en frontons au dessus des voies, et par des feux rouges clignotants.



Les Travaux

3 Modernisation du dispositif d'évacuation des usagers



En cas d'incendie, les personnes présentes dans le tunnel doivent évacuer au plus vite pour s'éloigner des fumées qui sont très dangereuses. L'enjeu est de réussir à leur faire comprendre qu'il faut immédiatement sortir de son véhicule et quitter rapidement le tunnel à pied par les issues de secours.

Même si la fumée est épaisse, les usagers doivent pouvoir s'orienter sans problème vers l'issue la plus proche. Ces issues doivent être suffisamment nombreuses pour éviter les engorgements et doivent également être adaptées aux personnes à mobilité réduite.

Aujourd'hui, il existe des issues de secours tous les 200 à 300 mètres. Celles-ci sont signalées par de simples panneaux. Cette signalisation a été récemment renforcée par des néons verts verticaux. Toutefois, ce dispositif d'évacuation sera modernisé.

Construction de nouvelles issues

Quelques 70 nouvelles issues seront construites de façon à ce qu'elles ne soient jamais éloignées entre elles de plus de 200 mètres. Leur construction nécessitera parfois d'intégrer de nouveaux édicules (les sorties en surface) dans l'environnement urbain.

Une combinaison de plusieurs signaux

Le programme prévoit un nouveau dispositif complet de signalisation de l'évacuation :

Dès que l'ordre d'évacuation sera lancé, une forte sirène – d'une durée de 1 à 2 minutes - aura pour fonction de mettre les personnes en alerte. Trois signaux lumineux s'activeront, afin de renforcer la perception et la localisation de la porte de l'issue :

- des « flashes » de part et d'autre de la porte, très intenses, de façon à être visibles y compris au travers d'une épaisse fumée;
- des chevrons lumineux défilants, de part et d'autre de la porte ;
- un faisceau de lumière blanche au-dessus de la porte.

Un haut-parleur, situé au-dessus de la porte, diffusera ensuite un message de type : « Danger, évacuez par cette porte ».

Des plots lumineux de jalonnements – il en existe déjà dans certains tunnels - seront installés le long du mur, tous les 10 mètres. Ils auront pour fonction de guider le cheminement à pied vers l'issue, même en présence d'épaisses fumées.

Réaménagement des issues

Les issues seront réaménagées de façon à améliorer les conditions d'évacuation. Lors d'un incendie, elles seront toutes mises en surpression afin d'empêcher que les fumées ne les envahissent lors de l'ouverture des portes. La signalisation sera complétée pour mieux diriger les personnes vers la sortie.

Un réaménagement sera fait pour les personnes à mobilité réduite : le trottoir face à la porte sera abaissé en cas de besoin, et une aire d'attente leur sera réservée dans l'issue. Un téléphone leur permettra d'avertir directement les secours de leur présence.



Les Travaux

4 Amélioration de la résistance au feu des parois



Lors d'un incendie, un tunnel peut être soumis à de très fortes températures (plus de 1000 °C dans le cas d'incendie de poids lourd) qui peuvent endommager sa structure. Il existe alors un risque d'effondrement des dalles de béton à l'intérieur du tunnel, pouvant également provoquer des dégâts en surface.

Pour prévenir ce risque, les parois doivent résister au feu le plus longtemps possible, laissant suffisamment de temps pour le bon déroulement de :

- l'évacuation des personnes qui se trouvent dans le tunnel ;
- l'intervention des services de secours ;
- l'évacuation des personnes en surface.

Plus du tiers de la surface des tunnels à protéger

Plus de 500 000 mètres carrés de parois seront protégés, ce qui représente plus du tiers de la surface totale des tunnels. Des études sont actuellement menées dans chacun d'entre eux pour déterminer le temps nécessaire pour mettre en sécurité les personnes à l'intérieur et en surface. La tenue au feu est calculée en fonction de ces délais et dépend de caractéristiques telles que le béton employé, la structure et la tenue mécanique de l'ouvrage, la présence ou non d'éléments urbains en surface (parcs, voies...). Avec ces informations il est possible d'identifier la technique à employer et la protection à apporter à l'ouvrage.

Deux techniques d'isolation

Deux techniques d'isolation, au choix, sont mises en œuvre. Soit du mortier contenant un isolant thermique est projeté au plafond. Soit des plaques isolantes préfabriquées sont vissées à même le béton ou sur une structure métallique. L'isolant, à base de silicate de calcium, a été choisi pour ses grandes performances de tenue à hautes températures.



L'épaisseur des plaques isolantes est calculée en fonction :

- de la température limite de tenue au feu du béton à protéger
- des contraintes mécaniques engendrées par le trafic sur les plaques (le passage des camions génère en effet un puissant souffle d'air qui, à la longue, est susceptible de faire bouger les plaques si elles sont trop fines).

Les Travaux

5 Amélioration de la ventilation



Dans les tunnels, la ventilation permet d'assurer le renouvellement d'air frais. Elle a aussi pour fonction de maîtriser les quantités de fumées en cas d'incendie. Si un feu de forte intensité se déclare (par exemple un incendie de poids lourd), il faut évacuer les fumées du tunnel – ou bien les déplacer – de façon à réduire les risques d'asphyxie pour les personnes encore présentes à l'intérieur.

Le système de ventilation actuel n'est plus adapté aux nouveaux besoins. Il a été conçu essentiellement pour assurer l'extraction des polluants provenant des gaz d'échappement des véhicules (monoxyde de carbone, gaz carbonique, monoxyde d'azote, oxyde d'azote, particules). Or, les véhicules actuels émettent de moins en moins de polluants. Dans le même temps, il est sous dimensionné pour extraire les fumées en cas d'incendie. Les gaz d'échappement étant retirés par une ventilation moyennement puissante mais continue, l'extraction de fumée doit être très puissante mais sur une durée limitée.

Un dispositif redimensionné adapté à chaque tunnel

Chaque tunnel fait l'objet d'une étude de modélisation qui permettra de comprendre comment l'air s'y déplace, en fonction de la géométrie de l'ouvrage (longueur, section, pentes), de la vitesse du vent, etc.

Le dispositif de ventilation sera ainsi redimensionné pour augmenter fortement la puissance de son débit d'extraction afin de mieux évacuer les fumées d'incendie. Ce débit sera porté jusqu'à 240 mètres cube par seconde pour certains tunnels. Des ventilateurs plus puissants seront installés dans les usines existantes et les conduits d'air (gainés) seront entièrement repensés.

Extraire les fumées depuis le PC de sécurité

Le nouveau système de ventilation sera piloté par l'opérateur depuis le PC de sécurité. Pour cela, des capteurs de déplacements d'air (anémomètres) et des capteurs de fumées (opacimètres) seront installés dans chaque tunnel et reliés au PC. Le système permettra de dégager les fumées de telle ou telle zone en fonction des besoins (évacuation des personnes ou intervention des pompiers). Le déplacement des fumées sera obtenu en faisant varier les différents paramètres de la ventilation (vitesse des ventilateurs, zones en extraction et zones en soufflage...).



Pollution des véhicules en forte baisse

Depuis 1990, les oxydes d'azote émis par le transport routier ont été réduits de 52%, les particules de 88% (Source Ademe). Cette baisse a été obtenue grâce aux efforts des constructeurs qui ont grandement amélioré les moteurs et les dispositifs d'échappement, et grâce à une meilleure qualité de carburant.

Les Travaux

6 Installation d'un nouveau système de pilotage de la sécurité centralisé



Pour que la sécurité soit pleinement assurée dans les tunnels, il faut pouvoir intervenir le plus rapidement possible. La surveillance doit être permanente, 24h/24, et en cas de problème, une personne doit pouvoir prendre en un minimum de temps les décisions qui s'imposent, en appréciant la gravité de la situation. C'est le rôle de l'opérateur de sécurité trafic (OST) depuis le « poste de commande » (PC).

4 PC de sécurité

La sécurité des 22 tunnels d'Ile-de-France est aujourd'hui pilotée par 4 PC de sécurité, qui se répartissent géographiquement la gestion des tunnels. Autrement dit, chaque PC gère la sécurité de plusieurs tunnels à la fois.

La mission de l'opérateur de sécurité trafic (OST)

Dans le PC, l'opérateur de sécurité trafic a pour mission de surveiller l'ensemble des données qui lui parviennent sur ses ordinateurs de Gestion Technique Centralisée (GTC) : images vidéo, niveaux de pollution, défauts d'éclairage, etc. Lorsqu'un événement anormal se présente, c'est à l'opérateur d'évaluer sur la base du Plan d'intervention de Sécurité si cela pose un problème. Il a également pour mission, en cas de problème grave avéré, de fermer le tunnel, de déclencher la ventilation de désenfumage après avoir localisé l'incendie et de déclencher le dispositif d'évacuation du tunnel pour inciter les usagers à évacuer s'il le juge nécessaire. Dans le même temps, il donne l'alerte aux services de secours.

Un système intelligent d'aide à l'exploitation

Aujourd'hui, l'opérateur a à sa disposition des informations essentiellement techniques : défaut électrique, une porte qui s'ouvre... Or, elles ne permettent pas toujours d'évaluer rapidement et avec précision la gravité d'une situation. Un nouveau système de pilotage de la sécurité sera mis en place pour l'ensemble des tunnels. Il repose sur un système d'aide à l'exploitation, spécialement développé pour la DIRIF, qui répond à une approche non plus technique mais « événementielle ». Cela signifie qu'il a pour fonction de fédérer différentes alarmes remontant du tunnel (par exemple, début d'incendie localisé par le système de détection automatique + ouverture de porte), présumant ainsi un événement alarmant.

Une fois que l'opérateur validera l'alarme en qualifiant l'événement (avec la vidéo par exemple), le système lui proposera un plan d'action : ventilation, fermeture, évacuation...

Un système centralisé

Aujourd'hui, dans chaque PC, l'opérateur est obligé de gérer simultanément autant de systèmes de pilotage qu'il y a de tunnels à surveiller – et donc une multitude d'écrans de contrôle. Aussi, le nouveau dispositif sera uniformisé et homogénéisé : chaque opérateur ne pilotera plus qu'un seul système centralisé pour l'ensemble des tunnels qu'il aura à gérer. Il aura devant lui un nombre limité d'écrans spécialisés : un écran pour la détection d'événements (pour l'ensemble des tunnels), un écran synoptique pour repérer le lieu des événements et un écran diffusant les images vidéo.



Les Travaux

7 Sécurisation des transmissions radio et du réseau de télécommunications



La sécurité dans les tunnels passe par l'assurance de pouvoir communiquer et acheminer des informations à tout moment. Qu'il s'agisse des transmissions radio des pompiers et des services de secours, ou qu'il s'agisse de l'acheminement des données de surveillance et de détection (vidéo, voix, données informatiques) entre les tunnels et les PC de sécurité, tout doit être fait pour garantir une continuité de ces canaux, quelques soient les conditions, y compris en cas d'incendie.

Les transmissions radio

Aujourd'hui, les transmissions radio avec l'intérieur du tunnel sont assurées grâce à un câble rayonnant qui joue le rôle d'antenne (un simple câble coaxial qui coure le long du plafond). Cette antenne est reliée à un « réémetteur » chargé de capter et réémettre les ondes entre l'extérieur et le tunnel.

La sécurité de toutes ces transmissions n'est pas complètement assurée : l'antenne du tunnel peut être détruite en cas d'incendie, ce qui aurait pour conséquence de mettre hors service l'ensemble des transmissions radio dans l'ensemble du tunnel.

Diffuser des messages aux passagers sur la radio FM

Ce dispositif permettra la communication des secours et autorisera la diffusion de messages spéciaux à destination des passagers des véhicules via la bande FM. Concrètement, si les passagers écoutent une radio, celle-ci sera interrompue au profit d'un message d'alerte. Déjà existant dans certains tunnels, ce système sera généralisé à tous les tunnels et à une douzaine de fréquences radio parmi les plus écoutées. Le cantonnement permettra même la diffusion de messages différents selon l'endroit où l'on se trouvera dans le tunnel.



Les données (vidéo, voix, données informatiques) sont acheminées au PC de sécurité (parfois situé à plusieurs dizaines de kilomètres) via une liaison de télécommunications par fibres optiques. Or, ce mode de transmission peut être affecté à la moindre coupure du réseau.

Un réseau plus sûr

Les liaisons de télécommunications bénéficieront des technologies récentes, notamment développées pour les opérateurs Internet. Elles seront assurées par un réseau de fibres optiques « monomodes » qui permettra de faire passer un important débit de données sur de longues distances de façon sécurisée (haut débit de 10 giga bit par seconde). La transmission des données sera sécurisée au sein même du tunnel. Si la liaison est coupée d'un côté du tunnel, les données pourront passer par l'autre côté grâce à une « boucle ». La transmission bénéficiera également d'un « cantonnement », les équipements seront alimentés et connectés depuis les issues de secours, c'est-à-dire tous les 200 mètres.

