

<b>Zeitschrift:</b>	Ingénieurs et architectes suisses
<b>Band:</b>	119 (1993)
<b>Heft:</b>	14
<b>Artikel:</b>	Equipement électro-mécanique et régulation du trafic
<b>Autor:</b>	Fournier, Jacques
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-78063">https://doi.org/10.5169/seals-78063</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **Equipement électro-mécanique et régulation du trafic**

Par Jacques Fournier,  
D'ingénieur  
Service des routes  
nationales,  
Département  
des travaux publics  
1211 Genève 8

## **Complexité de l'autoroute et conséquences pour les équipements**

La réalisation de l'autoroute de contournement de Genève met en œuvre la construction de nombreux ouvrages d'art afin de protéger au mieux l'environnement. Entre la route de Meyrin, près de l'aéroport, et la frontière franco-suisse à Bardonnex, sur une distance de 10 km, les grands ouvrages d'art, soit deux tunnels, une tranchée couverte et deux ponts, représentent une longueur totale de 4 km, couvrant donc 40% du tracé. Le futur évitemment de Plan-les-Ouates viendra y ajouter encore trois tranchées couvertes d'une longueur totale de 1,5 km. De plus, l'implantation de l'autoroute, proche du centre urbain et de régions à forte concentration d'habitat, d'industries et de commerces, a engendré la création de plusieurs jonctions et échangeurs, tous relativement rapprochés les uns des autres, afin d'absorber une grande partie du trafic local et ainsi décongestionner le réseau des routes cantonales.

Finalement, la présence de l'aéroport international de Genève-Cointrin et de sa gare ferroviaire, du Palais des Expositions (Palexpo) et des postes de douane et de contrôle des automobiles et des camions à la frontière française de Bardonnex, augmente d'autant la complexité de l'ensemble. Etant donné qu'une forte densité de trafic est à prévoir sur le parcours genevois de l'autoroute, il est dès lors impératif de pouvoir guider l'usager sur son trajet et également de pouvoir prendre, dans les plus brefs délais, les mesures adéquates qui s'imposent en cas d'accident de circulation, de travaux d'entretien ou d'autres perturbations. Cela implique une information rapide quant à la nature et au lieu de toute perturbation, en particulier de celles pouvant se produire dans les tunnels, vu les effets considérables qui se trouvent très vite liés à ces dernières.

Afin d'assurer la sécurité, l'information et le confort des usagers ainsi que la surveillance et les interventions du personnel de police et d'entretien, des moyens technologiques sophistiqués ont été mis en œuvre

pour faire de cette autoroute une des plus modernes au monde.

## **Système de contrôle et de commande**

«Autoroute intelligente», «autoroute du futur» et bien d'autres qualificatifs sont employés pour désigner les réalisations en cours ou récemment achevées. Plus prosaïquement, les immenses progrès de l'informatique et de l'électronique, et leurs répercussions au niveau industriel ont permis d'introduire dans tous les domaines de la technique, des systèmes de contrôle et de commande intelligents. De plus, le développement de moyens de transmission de l'information fiables et à haut débit a étendu le concept de contrôle et de commande intelligent à de grandes distances, d'où son application actuelle aux autoroutes.

Le concept d'«autoroute intelligente» permet:

- la conduite et la gestion à distance de tous les équipements depuis un centre de commande, à partir d'un même système informatique et d'un personnel en nombre réduit
- la mise en service et le fonctionnement de l'autoroute par zones autonomes
- le fonctionnement local des signaux et la survie de tout ou partie du système même en cas de panne ou d'incident majeur.

Une structure pyramidale de contrôle et de commande à cinq niveaux hiérarchiques (fig. 1) permet de déléguer l'intelligence le plus près possible des équipements autoroutiers appelés IAP (installations actives/passives), de manière à ce que chaque tâche, régulation du trafic (R), ventilation des tunnels (V), éclairage (L), surveillance TV (C), etc. soit gérée de manière autonome sur une portion de l'autoroute et que la continuité de son fonctionnement soit garantie en cas de panne d'une partie des systèmes.

Les quelque 30 000 points de mesure/commande répartis le long de l'autoroute sont reliés par plusieurs centaines de kilomètres de câbles, canalisations et fibres optiques, à des contrôleur subordonnés (CS) situés dans quinze locaux techniques qui

surveillent et commandent chacun une tâche sur environ 1 km d'autoroute.

A leur tour, les CS de chaque tâche sont contrôlés par des automates programmables ou des ordinateurs appelés contrôleur de tête (CT) situés à un niveau hiérarchique supérieur.

Etant donné le nombre considérable de points à gérer et par souci de sécurité, l'ensemble de l'autoroute a été divisé en trois zones couvrant schématiquement

- a) le tunnel de Vernier et la tranchée couverte de Chèvres
- b) le tunnel de Confignon et
- c) les futures tranchées couvertes du Bacht-de-Pesay.

Trois ordinateurs (GT) gèrent de façon indépendante ces zones qui regroupent plusieurs locaux techniques et tâches. Ils transmettent les ordres provenant du poste de commande du centre autoroutier (CAR) et du centre d'entretien (CEA) vers les différents systèmes. Ils coordonnent le flux des informations et les interactions entre les tâches d'une même zone et avec les autres GT par l'intermédiaire d'un anneau de fibres optiques appelé ACOM. Ils résolvent les situations d'urgence (par exemple l'incendie dans un tunnel) en garantissant le fonctionnement de la zone même en l'absence de commandes extérieures. Il faut noter que l'exploitation des locaux techniques et des ordinateurs de zone est entièrement automatique et ne nécessite aucun personnel permanent sur place.

Enfin, au sommet de l'échelle pyramidale (GG), c'est-à-dire au CAR et au CEA, deux ordinateurs puissants gèrent l'ensemble des informations. Ces centres sont renseignés en permanence sur l'état de tous les paramètres et peuvent intervenir à tout moment sur les différentes tâches. Un panneau à diodes, de 4 x 3 m, permet aux opérateurs policiers de visualiser les mouvements et les incidents autoroutiers, d'afficher des images de caméras, des synoptiques et des tableaux techniques.

Une des difficultés majeures, qui a été résolue, était d'éviter la multiplication d'équipements, claviers et postes de travail disparates au CAR et au CEA pour que les utilisateurs de la

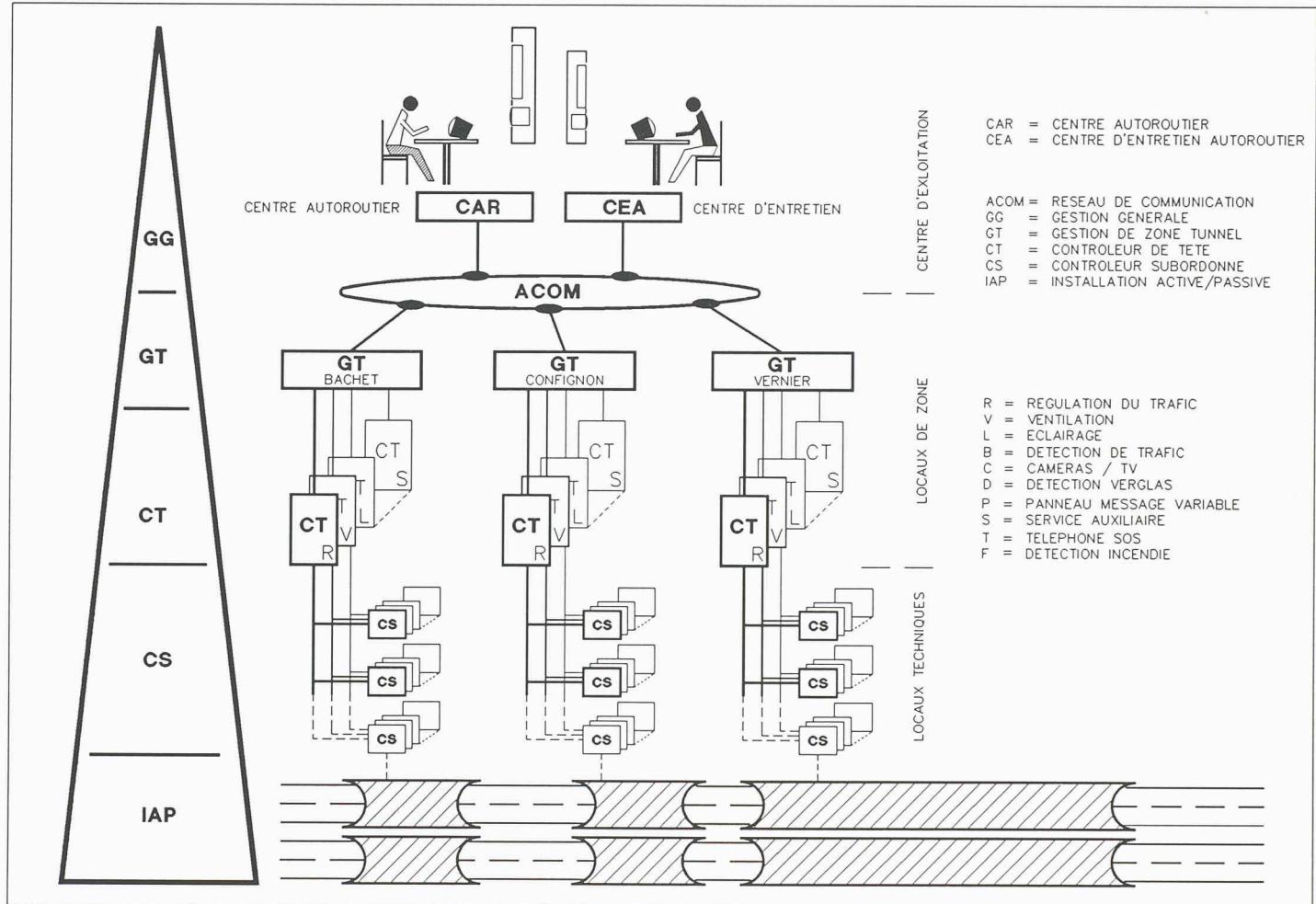


Fig. 1. – Architecture générale du système de contrôle et commande de l'autoroute de contournement

police et des services d'entretien aient accès aux informations de manière transparente, à l'aide d'une seule interface homme-machine (IHM) pour toutes les fonctions. Une seule personne au centre de commande du CAR peut ainsi contrôler et gérer, en temps normal, l'ensemble de l'autoroute.

Dans les spécifications techniques, nous avons dû imposer un minimum de contraintes pour garantir l'homogénéité de l'ensemble, tout en laissant le plus de liberté possible aux fabricants pour qu'ils proposent, au meilleur prix, des équipements dont ils garantissent les performances et la qualité. Cela a permis d'acquérir les équipements désirés au moindre risque, dans les plus brefs délais et au meilleur coût.

Nous avons constaté que les fabricants des systèmes principaux tels que la régulation, la ventilation, l'éclairage, la surveillance technique etc., ont énormément progressé dans le développement de leurs produits et proposent aujourd'hui des systèmes ouverts, aptes à communiquer avec d'autres systèmes informatiques. La plupart des contrôleurs de tête (CT) sont des micro- ou mini-ordinateurs

permettant des relations ouvertes et aisées entre systèmes.

#### **Signalisation directionnelle et signalisation variable**

De par leur nature même, les équipements les plus visibles sont les panneaux de signalisation directionnelle. Pour être bien vus, ceux-ci doivent être grands et placés au-dessus des voies de circulation. Leurs indications sont fixes et ils orientent les usagers bien à l'avance dans leurs manœuvres de présélection, changement de voie, entrées et sorties. Les panneaux sont tenus par 135 portiques dont certains ont plus de 20 m de portée.

Les portiques supportent également 740 panneaux de régulation du trafic et de signalisation variable, de dimensions plus réduites que les panneaux directionnels. On notera parmi ceux-ci:

- 460 appareils à fibres optiques pour les signaux d'affectation de voie: flèche verte de voie libre, croix rouge d'interdiction, flèche jaune de rabattement vers la voie de droite ou de gauche
- 80 signaux clignotants .
- 80 appareils à prismes affichant trois messages rétro-réfléchissants

- 60 feux bicolores
- 50 signaux de police à fibre optique: danger, limitation de vitesse ou indication de direction
- 6 panneaux à messages variables comportant un logo et des lignes d'information pour les usagers.

Tous les signaux variables sont commandés par des automates répartis dans les locaux techniques. Ceux-ci assurent l'activation des signaux, leur surveillance, la commutation entre la lampe normale et la lampe de secours, les verrouillages de sécurité pour exclure les messages contradictoires, la transmission des défauts. Les automates sont gérés en fonction des circonstances par un ordinateur central qui met en œuvre les signaux selon plus de 300 régimes de circulation préétablis. Ces derniers sont choisis par l'opérateur de conduite qui donne l'ordre d'exécuter, après avoir vérifié la validité de la prévisualisation proposée par l'ordinateur. Pour qu'une panne du système central ne nuise pas à la sécurité du trafic, deux ordinateurs de secours couvrant l'un la partie de l'autoroute contenant le tunnel de Vernier et la tranchée couverte de Chèvres, l'autre la partie de l'autoroute contenant le tunnel de

Confignon, permettent de garantir la continuité du service et de mettre en place des scénarios de secours. En situation normale, les signaux lumineux variables sont éteints, à l'exception de ceux réglementant la vitesse.

#### **Postes d'alimentation électrique**

Tous les locaux techniques sont équipés d'un poste d'alimentation électrique MT/BT (moyenne tension/basse tension) raccordé au réseau 18 kV des Services industriels de Genève. Les locaux techniques, hors des tunnels, sont équipés d'un seul transformateur d'une puissance variant entre 250 et 630 kVA. En tunnel, afin de garantir une plus grande sécurité de l'alimentation, les locaux comprennent systématiquement deux transformateurs identiques qui, en configuration normale, débitent séparément sur l'une des sections du jeu de barres principal BT. Les deux sections de jeu de barres sont reliées par un disjoncteur de couplage qui se ferme automatiquement lorsque l'un des deux transformateurs est déclenché par défaut ou manque de tension sur le réseau MT.

Par ailleurs, un groupe ASC (alimentation sans coupure) est installé dans tous les locaux, afin de garantir une tension rigoureusement stable et exempte de microcoupures, vers les éléments qui l'exigent. Enfin, des batteries sont à même d'assurer l'alimentation indépendante du réseau pendant deux heures.

#### **Ventilation des tunnels**

Le système de ventilation installé dans les deux plus longs tunnels, celui de Vernier (1900 m) et celui de Confignon (1500 m), qui sont tous deux des tunnels à deux tubes séparés, est du type longitudinal avec entrée de l'air frais par un portail et rejet de l'air du tunnel par l'autre portail. Lors du trafic normal unidirectionnel, l'effet de piston des véhicules est toujours suffisant pour ventiler les tunnels. Les ventilateurs «jet» suspendus à la voûte ne sont utilisés qu'en cas de congestion du trafic ou de circulation bi-directionnelle dans un même tube. La commande des ventilateurs s'effectue, en mode automatique, en fonction de la concentration en mo-

noxyde de carbone (CO), de l'opacité et de la vitesse de l'air ainsi que de sa direction. Ces valeurs sont mesurées en permanence à différents points du tunnel et le système enclenche et déclenche un certain nombre de ventilateurs afin que des conditions acceptables soient maintenues à l'intérieur de chaque tube. Des programmes séparés sont prévus en cas d'incendie. Une commande de secours semi-automatique a en outre été installée pour faire face à une panne du système principal de contrôle et de commande. Les caractéristiques principales des ventilateurs sont les suivantes:

diamètre extérieur	1,2 m
longueur	5,7 m
poussée avec air	
sans vitesse	925 N
puissance absorbée	30 kW.

Pour maîtriser tous les cas de trafic congestionné ou bi-directionnel, l'installation de 16 ventilateurs dans chacun des tubes du tunnel de Vernier et de 12 ventilateurs dans ceux du tunnel de Confignon a été nécessaire. Avec deux ventilateurs de réserve, un total de 58 ventilateurs ont été fournis. Ils sont disposés par paires à des distances minimales de 100 m entre elles.

#### **Eclairage des tunnels**

Les deux tunnels et la tranchée couverte de la section 8 de l'autoroute ont un profil en forme de voûte. Cette configuration permet une implantation homogène de l'éclairage, selon un axe proche de celui des tubes, disposition qui permet d'atteindre une efficacité optimale ainsi qu'un bon guidage visuel le long des deux voies.

L'éclairage de la zone centrale des tunnels est formé d'une ligne quasi-continue de luminaires à tube fluorescent de 40 W situés tous les 2,10 m. Trois échelons d'allumage permettent de l'adapter aux conditions extérieures et à celles du trafic: niveau de nuit ( $1 \text{ cd/m}^2$ ), niveau intermédiaire de nuit pour les heures de trafic intense ( $2 \text{ cd/m}^2$ ) et niveau allumé de jour procurant une luminance minimale de  $3 \text{ cd/m}^2$  en exploitation.

Les zones d'adaptation aux entrées ont été dotées d'un éclairage à contre-jour créant un effet de sil-

houette sur un éventuel obstacle, qui autorise, par rapport à un dispositif symétrique, une importante réduction de puissance. Cette installation, formée de luminaires à lampe au sodium à haute pression, assure la transition entre l'éclairage naturel à l'approche du tunnel et celui de la zone centrale à faible niveau de luminance. Les niveaux de luminance des zones d'entrée vont de  $90$  à  $140 \text{ cd/m}^2$ , selon l'orientation du tunnel. Six échelons permettent à chaque entrée de régler la luminance de la chaussée en fonction des conditions extérieures. Deux luminance-mètres par portail, l'un à l'extérieur et l'autre à l'intérieur, sont chargés de la mesure de la valeur adaptée à l'état de la chaussée. Des automates programmables, en partie liés à cette mesure, assurent la commande de l'ensemble. Lors de trafic bidirectionnel dans un seul tube, un éclairage simplifié de zone d'entrée (2/3 de la normale) est installé pour un accès à vitesse réduite (60 km/h). En tout, environ 3800 luminaires fluorescents de 40 W et plus de 500 luminaires au sodium à haute pression de 150, 250 et 400 W sont installés en voûte. Ceux-ci sont en acier inoxydable V4A, comme d'ailleurs tous les éléments de fixation, cela afin de réduire au maximum les risques de corrosion. Il faut relever à ce sujet que le pont d'Aïgues-Vertes, situé entre le tunnel de Vernier et la tranchée couverte de Chèvres, enjambe le Rhône, avec les effets de brouillard et de verglas, et toutes les conséquences d'une atmosphère humide et de la présence de sels au contact des matériaux que cela implique. Les luminaires fluorescents sont équipés d'appareils auxiliaires électroniques à haute fréquence et à très faibles pertes qui permettent un réglage du flux lumineux.

#### **Téléphone de secours**

Nonante stations téléphoniques, réparties entre la frontière vaudoise et la frontière franco-suisse à Bardonnex, sont raccordées par un câble téléphonique en cuivre au central de commutation du système, au portail sud du tunnel de Vernier. De là, toutes les communications sont acheminées

Fig. 2. – Centre autoroutier: panneau d'affichage synoptique à diodes (4 × 3 m, 800 000 diodes)

au Bachet-de-Pesay (CAR) où trois platines de conversation équipent les postes de travail de la salle de commande.

#### **Surveillance par caméras vidéo**

Les tunnels de Vernier et de Confignon, la tranchée couverte de Chèvres et les portions de l'autoroute à ciel ouvert sont surveillés par 52 caméras monochromes à capteurs CCD, à objectifs fixes. Cinq caméras placées aux échangeurs sont mobiles, munies d'objectifs à focale variable et télécommandées depuis le CAR.

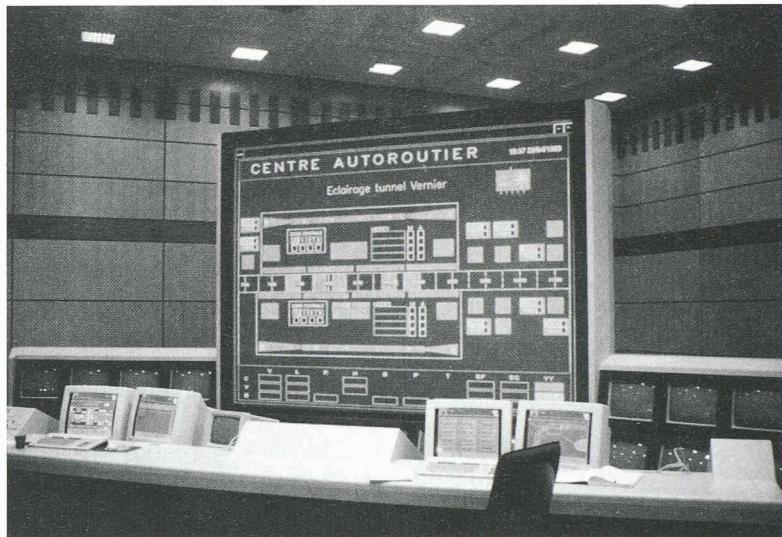
Les signaux vidéo sont acheminés depuis les caméras au centre de contrôle par un réseau de fibres optiques monomodes 10/120 microns. L'équipement central est un système informatisé, réalisé en circuits multicouches à haute intégration, de conception modulaire, permettant d'éventuelles extensions. Il est dimensionné pour 80 circuits d'entrée (52 caméras sur le parcours autoroutier et une vingtaine de caméras prévues sur la future voie d'évitement de Plan-les-Ouates).

Actuellement, 40 circuits de sortie sont distribués sur des moniteurs, principalement dans la salle d'exploitation (CAR) et dans le local d'entretien (CEA). Des liaisons sont également prévues avec des centres extérieurs. En sélection manuelle, les opérateurs peuvent afficher, à leur gré, l'image envoyée par n'importe quelle caméra (ou groupe de caméras) sur n'importe quel moniteur (ou groupe de moniteurs). Un système séquentiel permet également de faire défiler les caméras sur un groupe de moniteurs (test des caméras ou suivi d'un convoi exceptionnel).

En sélection automatique, les alarmes parviennent à l'équipement central par l'intermédiaire d'un serveur logique et permettent à la centrale d'affecter immédiatement des groupes de caméras à la zone concernée.

Les alarmes correspondent à:

- des événements dans les niches de secours ou bornes SOS
- la détection incendie par module capteur
- la détection de trafic par boucles inducitives (bouchons)



– la variation du taux de CO, de l'opacité, etc.

Les images sélectionnées manuellement sont alors automatiquement remplacées par les images de la zone mise en alarme. Des magnétoscopes longue durée enregistrent automatiquement les alarmes (maximum 480 heures).

#### **Détection du trafic**

Le trafic autoroutier peut être caractérisé par des valeurs telles que le débit, la vitesse, le taux d'occupation. Lorsque celles-ci sont mesurées en temps réel, la détection du trafic intervient au même titre que la surveillance TV et le téléphone de secours dans le concept de sécurité, dont la rapidité de détection d'une irrégularité dans le trafic (panne, accident, bouchons) est un élément clef. En ce qui concerne l'évaluation du trafic, le système est équipé d'environ 75 points de mesure disposés aux emplacements névralgiques: bretelles d'accès, entrées et sorties de tunnels et d'échangeurs. Grâce à la mesure par deux boucles magnétiques éloignées de quelques mètres, la vitesse et la longueur du véhicule sont calculées et permettent une classification des débits en 4 classes de longueur et 12 classes de vitesse. Cette classification permet d'obtenir des informations sur la composition du trafic: pourcentage de poids lourds, quantité de véhicules en excès de vitesse, etc. Toutes les mesures stockées dans des bases de données permettent d'effectuer des statistiques horaires, journalières et saisonnières. Ces valeurs facilitent la planification des régimes de circulation adaptés à la charge prévisible du trafic: heures de pointe, période de vacances, etc.

A partir des mesures en temps réel vi-

sualisées au CAR, la police est alertée automatiquement de toute irrégularité dans la fluidité du trafic (trafic dense, pré-saturé, saturé), grâce à des algorithmes de détection automatique de bouchon (DAB) programmés dans l'ordinateur central. Elle pourra ainsi prendre des mesures de sécurité (diminution de vitesse, fermeture d'un tunnel) et informer rapidement l'usager au moyen de panneaux à messages variables (PMV).

Dans les tunnels de Vernier et de Confignon, une détection automatique d'incident (DAI) est mise en œuvre. Elle fonctionne selon des algorithmes qui, à partir de mesures de débit, de vitesse et de taux d'occupation, effectuent des comparaisons spatiales (variation de grandeur entre deux points de mesures successifs) et temporelles (variation de grandeur entre deux unités de temps). Les différents seuils d'alarme utilisés par les algorithmes de DAI sont dépendants de facteurs climatiques (pluie, état de la chaussée) et de la composition du trafic (pourcentage de poids lourds).

La DAI permet donc de déceler rapidement une irrégularité dans le trafic, et l'opérateur, par une confirmation visuelle de l'incident sur le circuit vidéo, peut prendre les mesures qui s'imposent.

L'expérience a démontré que la surcharge des poids lourds peut être une cause d'accidents et provoque l'usure prématuée de la chaussée. Pour peser les véhicules, la police dispose d'une station de pesée dynamique qui réalise un filtrage précis des véhicules en surcharge, sans perturber l'écoulement du trafic. Cette station équipée de capteurs piézo-électriques et d'une boucle magnétique fournit en temps réel le poids par essieu, le poids total du véhicule, sa vitesse, sa longueur,

## **Intervenants**

Coordination générale

Signalisation télécommandée, détection du trafic, gestion centralisée  
Alimentation électrique, surveillance technique, téléphone,  
fibre optique, radio, incendie, verglas

Signalisation directionnelle fixe

Ventilation des tunnels

Eclairage

Surveillance TV

Télétransmission

Isolation phonique

Conseiller pour la circulation routière

Conseiller informatique

Thermelec SA, ingénieurs-conseils, Chêne-Bourg

Graf & Reber SA, consulting et engineering, Genève

Société générale pour l'industrie, ingénieurs-conseils, Genève-Cointrin  
Zimmermann & Schutze SA, ingénieurs civils, Onex

Schindler & Haertler AG, Zurich

Sinelec, Société d'ingénierie électricité et éclairage, Aïre

P. Girard, ingénieur-conseil, Corsier

Maggia, ingénieurs-conseils, Locarno

Etudes de génie civil, F. Spichiger, Lonay

Robert-Granpierre & Rapp, ingénieurs-conseils, Lausanne

W. Bachofner, Bonstetten

etc., au poste de contrôle volant de la police.

### **Détection du verglas et giclage de saumure**

Aux endroits particulièrement exposés au gel, notamment sur le pont d'Aigues-Vertes, des stations de détection du verglas ont été installées sur la chaussée. Elles comportent des capteurs d'humidité et de température. Reliées à un système informatisé de traitement des données, elles sont capables d'anticiper le risque de formation de verglas.

Par ailleurs, les stations sur le pont sont couplées à un dispositif automatique de giclage de saumure. Ce dispositif peut être déclenché soit manuellement par un agent du CEA, soit automatiquement en cas d'alarme verglas.

Le système informatisé est complètement intégré au système unique de contrôle de l'autoroute.

### **Système radio dans les tunnels**

Le système radio a pour tâche de fonctionner comme relais dans les tunnels car ceux-ci représentent des zones d'ombre radio pour les usagers de l'autoroute. Il comprend la régénération des canaux de service de la police de l'autoroute, des services de secours en cas de catastrophe, des services du feu, des services d'entretien et d'autres canaux, tous situés dans la gamme de fréquence des 160 MHz, ainsi que du service de téléphone mobile Natel C fonctionnant à 900 MHz. Une antenne extérieure de type dipôle, couplée par l'intermédiaire d'amplificateurs à des antennes linéaires à l'intérieur des tunnels, assure cette fonction de relais radio. Enfin, et c'est une première en Suisse, l'autoroute de contournement de Genève est également équipée du nouveau système européen de téléphone mobile, le Natel D.

### **Système de surveillance technique et gestion de la maintenance assistée par ordinateur**

Les équipements électro-mécaniques et de régulation du trafic sont gérés à partir d'automates programmables installés dans les quinze locaux techniques.

Un système performant de gestion de la maintenance assisté par ordinateur permet au personnel d'exploitation et d'entretien d'être renseigné à tout moment sur l'état des équipements, de prévoir et gérer les interventions de maintenance préventive et les stocks de pièces de rechange, bref, d'effectuer toutes les opérations administratives liées à l'entretien.

### **Système de transmission par fibres optiques**

Le système de téléconduite centralisé nécessite des moyens de communication rapides, performants et fiables. Pour répondre à ces exigences, un réseau de câbles à fibres optiques a été posé tout le long de l'autoroute. Il s'agit, pour l'essentiel, de deux câbles principaux posés de part et d'autre de la chaussée, dans le but de réduire le risque de panne totale en cas de détérioration accidentelle d'un câble. Chaque câble principal est constitué de huit éléments contenant 10 fibres optiques, soit 80 fibres par câble. Mises bout à bout, celles-ci totalisent une longueur d'environ 600 km. Les fibres monomodes, avec un cœur de 10 microns de diamètre, sont appelées à assurer la transmission de signaux très différents tels que:

- canaux vidéo
- anneau de communication ACOM
- liaisons entre contrôleurs de tête et contrôleurs subordonnés.

Le but du réseau ACOM est de relier les GT (sur réseau Ethernet IEEE 802.3) de manière à les faire apparaître comme un seul et unique réseau

pour les utilisateurs. Cela implique que le réseau ACOM soit totalement transparent et ne constitue pas un goulet d'étranglement pour la transmission des données. Ces différentes conditions nous ont conduit à réaliser chaque canal de transmission en fibre optique et à insérer à chaque extrémité, un pont (*local bridge*), pour conserver une vitesse de transmission de 10 Mbit/s.

### **Isolation phonique**

Les parois intérieures des tunnels, en béton ou revêtues de carrelage, réfléchissent une partie importante du bruit généré par les véhicules. La faible décroissance de celui-ci en fonction de la distance provoque dans les zones d'entrées une augmentation de la pression acoustique de plus de 12 dBA. Des paraphones intérieurs, hautement absorbants aux basses fréquences, annulent cet effet tunnel indésirable. Leur efficacité a été contrôlée dans la chambre réverbérante du laboratoire d'acoustique de l'EPFL. Leur implantation sur une longueur de 80 m suffit au respect des valeurs limites légales.

### **Conclusion**

L'autoroute de contournement de Genève, caractérisée par une succession d'ouvrages d'art ponctuée d'entrées et de sorties, est un site à risques. Afin de garantir la sécurité et le confort des usagers, le Département des travaux publics a conçu et installé des équipements perfectionnés qui veillent sur les véhicules et le bon écoulement du trafic, détectent les incidents et proposent au personnel de police et d'entretien les solutions les plus appropriées.

Le système mis en place est à la pointe de la technique, ce qui fait de cette autoroute l'une des plus modernes du genre.