Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 117 (1991)

Heft: 8

Artikel: Séminaire de l'OCDE sur la gestion des tunnels routiers: Lugano, 26-29 novembre 1990

Autor: Boskovitz, Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-77603

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

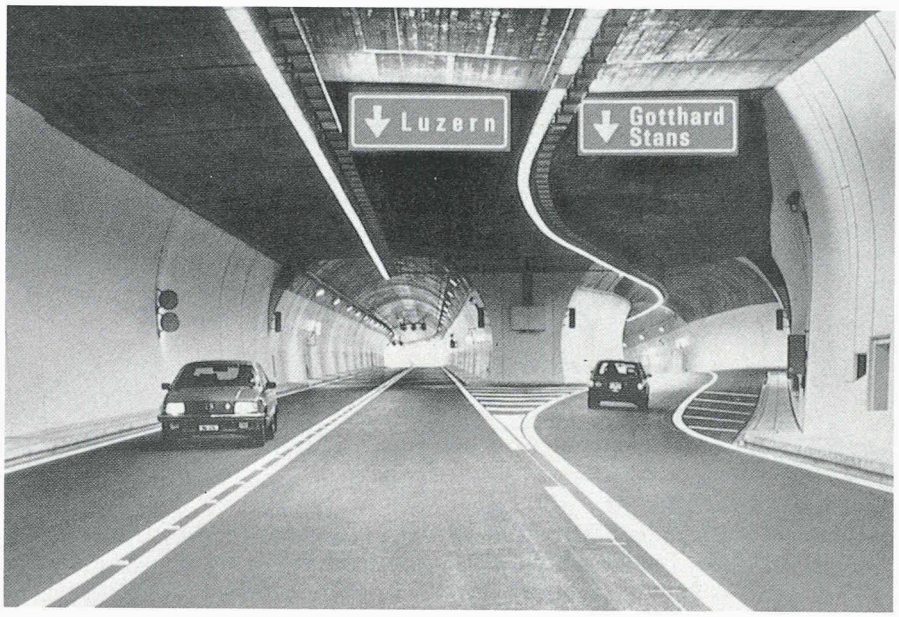
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media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

Download PDF: 09.12.2025

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

Séminaire de l'OCDE sur la gestion des tunnels routiers

Lugano, 26-29 novembre 1990



Ce séminaire, organisé par l'OCDE[1] en liaison avec l'AIPCR[2] et l'Office fédéral (suisse) des routes (OFR), a réuni, du 26 au 29 novembre 1990 au Palais des congrès de Lugano, 270 spécialistes venus de pays européens surtout, mais aussi de l'Amérique, du Japon et de l'Australie. Le séminaire était présidé par M. Kurt Suter, directeur de l'OFR.

PAR PIERRE BOSKOVITZ, RÉDACTEUR

Après une brève cérémonie d'ouverture, quelque 70 communications ont été présentées en six sessions consécutives, consacrées aux thèmes suivants:
Session I: Gestion et exploitation
Session II: Environnement
Session IIIa: Sécurité
Session IIIb: Sécurité et transport de matières dangereuses
Session IV: Circulation, signalisation et géométrie
Session V: Développements futurs, besoins de recherche.

Dans le cadre de chaque session, les exposés étaient suivis d'une discussion dans laquelle les participants avaient la possibilité d'intervenir.

La dernière session thématique a été suivie d'une session de conclusion à laquelle ont notamment participé le conseiller fédéral Adolf Ogi, chef du Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie, et le conseiller d'Etat Dick F. Marty, chef du Département des travaux publics du canton du Tessin.

Le conseiller fédéral Adolf Ogi a promis un bel avenir aux tunnels: la demande de transports ne cesse d'augmenter en même temps que l'opposition contre la construction de nouvelles voies de circulation en surface. D'autre part, il a souligné que la Suisse entendait rester la plaque tournante des transports européens et que, par la réalisation d'une nouvelle liaison transalpine, comprenant le percement de deux tunnels importants, elle contribuait à la construction de l'Europe de demain.

Un dîner d'adieux a permis aux participants d'établir des rapports amicaux.

Le quatrième - et dernier - jour du séminaire, la visite des installations techniques du plus long tunnel routier du monde, celui du Saint-Gothard (17 km, 10 ans d'exploitation)[3] a servi d'illustration aux exposés théoriques.

Le lecteur trouvera en encadré la liste détaillée des communications. Celles-ci ont été présentées au séminaire en français ou en anglais, avec interprétation simultanée dans l'autre langue. Pour faciliter la lecture de la liste, dans le cas des exposés en anglais, nous avons donné le titre en traduction française. La plupart des contributions ont été réunies en un volume qui peut être obtenu auprès de l'Office central fédéral des imprimés et du matériel, CH-3003 Berne, au prix de Fr. 80.-.

Ce séminaire a été fort bien préparé par un comité d'organisation dirigé par M. Walter Knobel, adjoint au directeur de l'OFR et délégué suisse au Comité de direction du Programme de recherche en matière de routes et de transports routiers (RTR) de l'OCDE.

A l'issue de la session de ce comité de direction, tenue à Lugano les 22 et 23 novembre 1990, M. G. Lombardi, concepteur du tunnel routier du Saint-Gothard, a tenu une conférence intitulée «Quelques aspects de l'économie des grands tunnels routiers» que le lecteur trouvera à la suite de notre compte rendu.

D'autre part, la revue *Routes* publiée par l'AIPCR a consacré en 1989 l'un de ses numéros (N° 269, III-1989) aux routes de Suisse. Une adaptation de ce fascicule a été publiée en 1990 par l'Office fédéral des routes à Berne, où elle peut être commandée (en version français/anglais et en version allemand/italien).

Notes glanées au fil des sessions

Eclairage et lisibilité

- Il ne faut pas perdre de vue que l'on construit les tunnels pour les utilisateurs. Pour se sentir à l'aise et en sécurité, l'automobiliste doit être informé de sa position dans le tunnel et du tronçon qui lui reste à parcourir.
- Des parois claires et propres contribuent à un meilleur confort de l'usager et à une plus grande sécurité du trafic. Elles constituent un bon guidage optique pour le conducteur et un écran sur lequel se dessine clairement la silhouette des autres véhicules. Elles permettent également d'atteindre le niveau d'éclairement nécessaire avec moins d'énergie, d'où d'importantes économies.
- La lisibilité des tunnels peut être améliorée par une peinture d'animation conçue par des spécialistes (coloristes-plasticiens), en particulier à l'entrée (effet de trou noir) et à la sortie (éblouissement) de l'ouvrage. Le but est de mettre en évidence, par balisage de la courbe du tracé, les éléments permettant au conducteur de découvrir par anticipation la géométrie du tunnel. L'animation a un effet psychologique positif.
- Il faut lutter contre la monotonie.
- L'éclairage artificiel, même renforcé à l'entrée et à la sortie des tunnels, n'est pas comparable en intensité à

[1] Organisation de coopération et de développement économiques. Son programme de recherche en matière de routes et de transports routiers (RTR) est dirigé par Burkhard E. Horn, chef de division.
[2] Association internationale permanente des congrès de la route. Son Comité des tunnels routiers est présidé par Sir A. Muir Wood.
[3] Voir «L'héritage du Saint-Gothard» et «Le tunnel routier du Saint-Gothard» dans *IAS*, 106 (4 septembre 1980) 18, pp. 243-255.

la lumière du jour. L'effet de trou noir à l'entrée et l'éblouissement à la sortie des tunnels ne sauraient être évités que par des zones de transition extérieures, à l'éclairage naturel.

Entretien

- En regroupant des travaux de nettoyage et d'entretien et en les effectuant aux heures de faible circulation, les embouteillages peuvent être maintenus à un niveau minimal.
- Dans le cas de deux tunnels immergés, en construction dans la baie de Tokyo, les mesures de protection des éléments préfabriqués en béton armé contre l'effet corrosif de l'eau de mer comprennent la couverture des surfaces extérieures par des tôles en acier sous protection cathodique et la précontrainte des éléments.
- La postcontrainte et l'injection sont recommandées comme mesures de réparation dans le cas d'un tunnel présentant des fissurations.
- Les frais d'entretien augmentent avec l'âge des tunnels. Du point de vue des travaux d'entretien et de modernisation, on peut distinguer, selon un délégué français, 3 catégories de tunnels : les tunnels anciens, sans étanchéité, construits avant 1975, les tunnels à étanchéité partielle, construits entre 1975 et 1980, et les tunnels modernes.

Economie

- Dans l'analyse des coûts, il convient de distinguer les frais d'entretien de ceux de l'exploitation. A la différence des tronçons de route à ciel ouvert et des viaducs (plus chers à la construction), les tunnels engendrent d'importants frais d'exploitation dont il faut tenir compte lors des décisions concernant de futurs projets. L'entretien des installations électromécaniques représente une part importante des frais d'entretien. Les frais d'exploitation comprennent notamment le coût de l'énergie nécessaire à l'éclairage et surtout à la ventilation et le coût du personnel de surveillance, cela en particulier dans le cas de longs tunnels. Grâce à l'effet de piston des véhicules, la ventilation des tunnels unidirectionnels est relativement moins coûteuse que celle des tunnels bi-directionnels.

Ecologie

- Jadis, on construisait des tunnels pour vaincre des obstacles naturels. De nos jours, pour diverses raisons notamment écologiques, on construit aussi des tunnels en milieu urbain et à la campagne. La mise sous terre des voies de circulation permet certes de sauvegarder, du moins momentanément, l'aspect du paysage. Mais le traitement des gaz d'échappement sur le site même n'est pas encore réalisable. De ce fait, une ventilation coûteuse - et pas toujours efficace - ne fait que rejeter dans l'atmosphère les émanations sous une forme concentrée, créant par là de nouveaux problèmes écologiques.
- Le remplacement graduel du parc automobile par des véhicules équipés de moteurs moins polluants (munis de catalyseur) apporte une diminution de la pollution de l'atmosphère. Dans une dizaine d'années, le problème posé par les voitures plus polluantes de l'ex-RDA sera résolu.

Sécurité

- Le taux d'accidents est moins élevé dans les tunnels que sur des tronçons à ciel ouvert. Cependant, les conséquences des accidents sont plus graves en souterrain qu'en surface. L'entrée des tunnels constitue une zone où le taux d'accidents est beaucoup plus élevé que dans le reste de l'ouvrage.
- Dans les tunnels, les pannes sont fréquentes, surtout en altitude.
- Les tunnels à trafic bidirectionnel sont bien plus dangereux que les tunnels à trafic unidirectionnel.
- Bien que le comportement des usagers soit un élément essentiel de la sécurité, les études sont rares dans ce domaine.
- L'aménagement d'aires de repos avec station d'essence à proximité de l'entrée des longs tunnels autoroutiers permettrait - pensons-nous - aux automobilistes d'aborder la traversée du tunnel reposés et ravitaillés en carburant, ce qui éviterait pannes sèches et accidents dans les tunnels.

OCDE - STI - RTR - DIRR

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) fait partie du système des institutions internationales occidentales mis en place après la Deuxième Guerre mondiale. Créée en 1960, l'OCDE a succédé à l'Organisation européenne de coopération économique (OECE). L'OCDE compte aujourd'hui 24 pays membres, dont la Suisse. Elle a pour but de favoriser la croissance économique et le progrès social dans les pays membres, le développement économique et l'épanouissement du commerce international. Elle agit comme un catalyseur, en offrant aux gouvernements un cadre pour les rencontres et l'échange des expériences, en vue d'une harmonisation des politiques économiques fondée sur le consensus. Comme éditeur de nombreuses publications, l'OCDE est aussi une riche source d'informations économiques. Le travail de l'organisation est accompli dans plus de 150 comités et groupes de travail.

L'OCDE a aussi pour but de développer le potentiel scientifique et technique de ses membres. La Direction pour la science, la technologie et l'industrie (STI) cherche à élucider les rapports entre science, technologie, économie et société. Elle analyse les politiques industrielles, et en particulier les politiques concernant les infrastructures (télécommunications, réseau routier) et l'encouragement des innovations technologiques. Elle comprend, parmi d'autres activités, le Programme de recherche en matière de routes et de transports routiers (RTR).

Ce programme RTR a été mis en œuvre dès 1968. Les résultats de ces recherches doivent contribuer à rendre les systèmes de transports plus efficaces, plus sûrs et mieux intégrés. Le programme a deux principaux domaines d'activités :

a) la collaboration internationale dans la recherche pour fournir aux gouvernements un support scientifique à la prise de décision et pour l'évaluation des stratégies futures ;
b) la Documentation internationale de recherche routière, la DIRR.

D'autre part, il couvre cinq secteurs de recherche :

- infrastructure
- stratégies de sécurité routière
- régulation et gestion de la circulation
- analyse du transport routier
- problèmes spécifiques aux pays en voie de développement.

Les résultats de ces recherches sont publiés sous forme de rapports dont nous donnons la liste pour les cinq dernières années.

La DIRR recense depuis 1965 les publications parues dans le domaine concerné, pris dans un sens large. Le fichier est le résultat d'une collaboration internationale à laquelle participe aussi la Suisse. Parmi d'autres documents, 850 revues sont régulièrement dépouillées et le fichier augmente d'environ 1000 références par mois. Il est disponible sous forme de base de données auprès du serveur ESA-IRS dont le centre de calcul est situé à Frascati, près de Rome[4]. L'alimentation du fichier par des références aux publications suisses est la tâche du correspondant suisse de la DIRR, M. Louis Cardinaux[5]. Sur demande, il effectue également des recherches par l'interrogation en ligne de la base.

[4] European Space Agency, Information Retrieval Service : serveur européen dans le domaine des sciences et des techniques, accessible par des réseaux de télécommunication. 140 bases de données sont disponibles comprenant plus de 40 millions de références.

[5] EPFL, LAVOC Laboratoire des voies de circulation, 1015 Lausanne, tél. : 021/693 23 48.

Publications récentes du Programme de recherche en matière de routes et de transports routiers (RTR) de l'OCDE

1986
- Conception économique des routes à faible trafic.
- Efficacité des programmes d'éducation à la sécurité routière.
- Principes directeurs pour l'amélioration de la sécurité des personnes âgées dans la circulation.
- Synthèse des recherches de l'OCDE en matière de sécurité routière.
- Analyse technico-économique du rôle du transport routier de marchandises.
- Compte rendu de la réunion plénière de la DIRR 1985 sur « Les besoins d'information des utilisateurs ».

1987
- Système de gestion des chaussées.
- Gestion dynamique des systèmes routiers urbains et suburbains.
- Péages routiers et rôle du secteur privé dans le développement des infrastructures routières.
- Entretien des routes non revêtues dans les pays en développement.

1988
- Systèmes embarqués de guidage et de communication avec les conducteurs.
- Véhicules lourds, climats et dégradation des chaussées.
- Surcharge des véhicules lourds de marchandises et méthodes de mesures des charges.
- Evaluation des effets économiques et sociaux des aménagements routiers.
- Le rôle des véhicules lourds de marchandises dans les accidents de la circulation.
- Accidents de la route : enquêtes sur le site.
- Transport routier de marchandises dangereuses.

1989
- Défi et ouverture sur l'avenir : séminaire pour le 20e anniversaire.
- Durabilité des ponts routiers en béton.
- Réduction de l'utilisation des fondants dans l'entretien hivernal.
- Gestion de la circulation et sécurité routière au droit des zones sous chantier.

1990
- Suivi des routes pour la gestion de l'entretien dans les pays en développement. 2 vol. - (Vol. 1 : Manuel, Vol. 2 : Catalogue de dégradations.)
- L'assurance automobile et la prévention des accidents de la route.
- Adaptations du comportement aux changements dans le système de transports routiers.
- Gestion intégrée de la sécurité routière en zone urbaine.

Transport de matières dangereuses

- Au Royaume-Uni, les informations contenues dans un manuel concernant les matières dangereuses, comptant non moins de 2300 rubriques, sont complétées par un système informatisé relié aux postes de contrôle.
- Comme les convois de matières dangereuses traversent souvent les frontières, une harmonisation de la réglementation, voire une normalisation internationale, s'impose, qui doit comprendre la classification des tunnels et celle des produits dangereux.
- Un système d'étiquetage (électronique) normalisé faciliterait les travaux de contrôle.

Circulation

- La capacité théorique des tunnels est systématiquement dépassée dans la pratique.
- Le problème des jonctions et bifurcations souterraines demande des études approfondies.
- Dans certains cas, on préconise la séparation des trafics entre voitures de tourisme et poids lourds.
- La gestion informatisée de la circulation fait des progrès.
- Le système de contrôle/commande des 10 tunnels autoroutiers du tronçon jurassien de la Transjurane s'appuie sur une définition nouvelle des techniques de l'exploitation qu'il intègre dans une structure informatique répartie, apte à piloter l'ensemble selon une hiérarchie strictement établie. Pour assurer les communications entre les tunnels et le centre régional d'exploitation et d'entretien, une liaison privée de type RNIS (réseau numérique à intégration de services) est prévue.
- Le traitement des images et l'analyse des mesures en temps réel améliore l'efficacité des systèmes de surveillance du trafic par des caméras de télévision en circuit fermé.
- Dans le quatrième tube du tunnel sous l'Elbe, un système d'extincteurs avec sprinklers est installé.

Recherche et information

- Le cloisonnement des disciplines a pour conséquence que l'on ignore les résultats pourtant pertinents de la recherche effectuée dans d'autres domaines.
- La création d'un mécanisme de collecte d'informations sur les accidents dans les tunnels routiers serait nécessaire.
- Dans la conception de futurs tunnels, il faut tenir compte des connaissances acquises en matière d'exploitation des tunnels. Il est donc souhaitable que les résultats du séminaire de Lugano connaissent une diffusion au-delà du milieu des seuls spécialistes de l'exploitation.

Projets d'avenir

- Les projets LASER (pour liaison automobile souterraine expresse régionale) et HYSOPE proposent chacun un réseau routier régional souterrain à petit gabarit, pour décongestionner le trafic de surface dans Paris et dans la région de l'Ile-de-France. Il serait réservé aux voitures de tourisme qui circuleraient sur deux chaussées superposées.
- Le projet le plus spectaculaire présenté à Lugano a été sans aucun doute celui des ingénieurs norvégiens, proposant la traversée de bras de mer par des tubes immergés, suspendus ou ancrés selon les variantes du projet, en recourant aux techniques mises au point pour les plates-formes de forage.

Conclusion des sessions

Session I : Gestion et exploitation

Les frais d'entretien, de réparation et d'exploitation constituent une charge de plus en plus importante.

Session II : Environnement

En mettant les routes dans des tunnels, on n'en a pas pour autant éliminé les gaz qui s'échappent bien quelque part, en général aux entrées des tunnels.
Le degré de pollution de l'air à l'entrée des tunnels dépend de plusieurs facteurs dont l'interaction n'est pas encore suffisamment connue et demande donc des investigations supplémentaires.
Si la construction de cheminées d'aération ne peut pas être évitée, il faut se garder des solutions à forte consommation d'énergie.
L'élimination des oxydes de carbone et d'azote de l'air des tunnels n'est actuellement pas réalisable mais on ne peut pas exclure qu'une solution économique puisse être trouvée.
Une analyse plus poussée des systèmes de ventilation actuels permet des économies d'énergie.

Session IIIa : Sécurité routière dans les tunnels

Il est possible d'atteindre, dans les tunnels, un niveau de sécurité supérieur à celui des routes à ciel ouvert, si des mesures raisonnables sont prises et si les congestions du trafic sont évitées.

Mais la gravité possible des suites d'accidents commande une attention particulière.

Analyse des accidents

La congestion du trafic est la cause principale des accidents dans les tunnels. Le taux d'accidents dans les tunnels est plus bas la nuit que le jour. Les collisions par l'arrière sont des accidents typiques. Il existe une corrélation entre le taux d'accidents et l'emplacement des tunnels.

Risques d'accident

Des courbes serrées et des pentes raides sont défavorables, la combinaison des deux crée des risques considérables. Le taux d'accidents dans les tunnels bidirectionnels est plus de deux fois celui des tunnels unidirectionnels. Dans les longs tunnels, la monotonie doit être compensée par des moyens appropriés. Les jonctions doivent être évitées.

Quelques propositions

Adoption d'un système de ventilation longitudinale à dispositif de précipitation électrostatique dans le cas d'un long tunnel. Utilisation de revêtements clairs. Développement d'une méthode efficace pour la gestion du trafic par micro-ordinateur.

Quelques problèmes

Un phénomène d'inversion thermique entre la chaussée à ciel ouvert et l'intérieur du tunnel. L'adéquation d'un modèle statique pour l'étude du processus dynamique que constitue la conduite dans un tunnel.

Bien que des incendies soient rares dans les tunnels, mais comme leurs suites sont très graves, des mesures préventives doivent être prises pour éviter des conséquences fatales.

Il paraît difficile d'établir des règles universellement valables pour concilier les exigences de la sécurité et de la fluidité du trafic avec la nécessité de maintenir des coûts de construction dans des limites raisonnables.

Session IIIb: La sécurité dans les tunnels et le transport de matières dangereuses

Il est ressorti des divers exposés que tous les systèmes actuels de réglementation sont établis de manière approximative et qu'ils ne reposent pas sur des données scientifiquement établies. Or, de nos jours, la technique de l'analyse des risques n'en est plus à ses balbutiements.

Les avis exprimés lors de la discussion qui a suivi les exposés ont confirmé clairement la nécessité, dans la perspective de l'Europe de 1992, de charger une institution appropriée de réaliser un programme d'évaluation quantita-

Liste des communications présentées

Les noms qui suivent le thème des sessions sont ceux du président et du rapporteur de la session

Session I: Gestion et exploitation / R.L. Jones (UK), O. Anelli-Monti (A)

- Influence des revêtements secondaires sur la sécurité des usagers / F. Cuaz (I)
- Rénovation de l'éclairage de Dullin / R. Naud (F)
- L'entretien des tunnels autoroutiers à trafic dense / T. Watanabe et Y. Yamauchi (J)
- L'entretien et la réparation des structures de quatre tunnels routiers au Danemark / E.A. Sørensen (DK)
- Travaux d'étanchement aux tunnels sous-marins de Tamagawa et de Kawasaki / S. Tomizawa et M. Takahashi (J)
- Le tunnel de Limfjord à Aalborg, Danemark: fissurations et détériorations consécutives, inspection, analyse et stratégies de réparation / J.V. Thomsen et P. Christensen (DK)
- Réhabilitation des parois de tunnel / H. Maillant (F)
- Frais d'entretien et d'exploitation des tunnels routiers modernes / U. Schlup (CH)
- Considérations générales relatives aux coûts d'exploitation et d'entretien de tunnels routiers / O. Anelli-Monti (A)
- Le tunnel routier du Saint-Gothard: en service depuis dix ans / G. Piazzini (CH)
- Le tunnel de Klamm de la route de Gastein: 15 ans d'exploitation, l'expérience concernant la durée de vie des installations / H. Heidinger (A)
- Le tunnel du Cadi: 5 ans d'exploitation et d'expériences / B. Monclus (E)
- Autoroute A40: gestion et exploitation de 3 tunnels dans la Cluse de Nantua / J.C. Roussel (F)
- La gestion et l'exploitation de 5 tunnels routiers au Royaume-Uni / G.W. Davies et D.J. Robertson (UK)
- Des tunnels sans personnel: organisation, exploitation et entretien / J.V. Thomsen et P. Seidelin (DK)
- Viabilité à long terme du tunnel routier du San Bernardino / A. Arnold (CH)
- Le tunnel de Plabutsch: expérience de l'exploitation 1987-1990 / W. Gobiet (A)
- Agoraphobie et claustrophobie: les tendances du comportement dont il faut tenir compte dans la conception des tunnels / M. Romana (E)

Session II: Environnement / H.J. Kayser (D), A. Haerter (CH)

- L'impact de l'air des tunnels évacué par des portails ou des cheminées sur l'environnement et systèmes de ventilation correspondants des tunnels / A. Haerter (CH)
- Les émissions de gaz d'échappement et leur dispersion aux portails des tunnels à Oslo, Norvège: vérification d'un modèle de prédiction / S. Larssen, T. Iversen, H.G. Peterson, et D.A. Tonnesen (N)
- Conception et exploitation des cheminées d'aération des tunnels / M. Berner (CH)
- Considérations sur l'insertion dans le site des tours de ventilation d'un long tunnel projeté en milieu urbain / H. Noguchi, S. Mori, M. Maruyama (J)
- Les tunnels autoroutiers du contournement de Zurich / R.T. Balz (CH)
- L'influence de la diminution des émissions de gaz d'échappement sur les systèmes de ventilation des tunnels routiers urbains / W. Meyeroltmanns (D)
- Installation pilote pour le réglage automatique de la ventilation longitudinale dans les tunnels routiers / C. Ardemagni et L. Puccinelli (I)
- Purification des gaz d'échappement dans les tunnels / K. Pucher, R. Pischinger et G. Söllmann (A)
- Existe-t-il une méthode pour l'épuration de l'air vicié des tunnels routiers ? / F. Schröder (D)
- Mesures de sécurité lors d'embouteillages dans les tunnels routiers au Japon / A. Inokuma, I. Suzuki et H. Yagi (J)
- Tunnel de protection sonore de Kaisermühlen à Vienne / G. Eberl (A)
- Comportement de la ventilation du tunnel du Saint-Gothard / W. Diethelm et A. Henke (CH)
- Expériences avec le système de ventilation transversale dans les tunnels du Tauern et du Katschberg / J. Santner (A)
- Méthodologie de l'exploitation économe des installations de ventilation / E. Keller (CH)
- Tunnels autoroutiers en site urbain / H. Maillant (F)

Session IIIa: Sécurité / K. Iwai (J), J. Izarzugaza (E)

- La sécurité routière dans les tunnels / J. Izarzugaza (E)
- Statistiques et risques d'accidents dans les tunnels / F. Ruckstuhl (CH)
- Accident dans la galerie de Gumefens, Suisse / J.-Ph. Vionnet (CH)
- Tunnels autoroutiers et leur rapport aux accidents / S. Yokota et M. Kotani (J)
- Analyses d'exploitation des tunnels routiers en Autriche / R. Hörhan et E. Mikura (A)
- Sécurité routière dans les tunnels routiers de catégorie inférieure / E. Lundebrekke (N)

(Suite en page 88.)

Liste des communications présentées (suite et fin)

- Taux d'accidents dans les tunnels de Malmasin: mesures d'amélioration / M. Romana (E)
- Recherches récentes au Royaume-Uni sur l'exploitation des tunnels routiers / M.P. O'Reilly et G.R. Fellowes (UK)
- Divergences entre les exigences de la sécurité routière et le comportement réel des conducteurs à l'entrée des tunnels / H.J. Kayser (D)
- Mesures de sécurité anti-incendie dans les tunnels routiers / J.F.L. Lowndes (UK)
- Développement d'un logiciel de gestion de la ventilation en cas d'incendie accidentel dans les longs tunnels / H. Fujimura, I. Aoki et K. Nagashima (J)
- Chaussée très claire: un gain de visibilité, un atout pour la sécurité routière / B. Monié (F) et J. Beauverd (CH)

Session IIIb: Sécurité et transport de matières dangereuses / P. Doerfliger (CH), P.O. Sahlström (S)

- Programme d'essai du système de ventilation en cas d'incendie dans le tunnel du Memorial / A.G. Bendelius (USA)
- Installations de secours et leur exploitation dans les tunnels routiers au Japon / T. Mizutani et A. Inokuma (J)
- Transport de matières dangereuses dans des tunnels routiers: restrictions au Royaume-Uni et recommandations pour la recherche au niveau international / K. Evans, J.R. Gillard, R.L. Jones, A.P.H. Hobson et J.G. Marshall (UK)
- Le transport de matières dangereuses dans les tunnels routiers: efforts au sein du Comité des Tunnels de l'AIPCR et étude de cas du tunnel Liefkenshoek en Belgique / W. De Lathauwer et J. De Groof (B)
- Règles de transit et principes de conception pour le transport de matières dangereuses dans les tunnels routiers du Stockholm Ring / P.O. Sahlströhm, H. Bard et H.E. Pettersson (S)
- Transit des matières dangereuses (dans le tunnel alpin du Fréjus) / M. Bailly (F)
- Le transport de matières dangereuses compte tenu des exigences de la sécurité / L. Swart (NL)

Session IV: Circulation, signalisation et géométrie / M. Oud (NL), W. De Lathauwer (B)

- Capacité de transport des tunnels / H.L. Stembord (NL)
- Gestion améliorée de la circulation dans les tunnels routiers / P. Philipps et K. Herzke (D)
- Contrôle/commande moderne de plusieurs tunnels autoroutiers: l'exemple de la Transjurane / F. Boschetti, M. Mirolo et R. Flamigni (CH)[6]
- Gestion de la circulation dans les tunnels, basée sur la technologie du traitement des images / Vandenbossche, L. Cypers et F. Lemaire (B)
- La lisibilité pour les tunnels / M. Etienne (F)
- Le 4e tube du tunnel sous l'Elbe: trafic et sécurité / K. Herzke (D)
- La signalisation par voies de circulation (TLS) dans deux tunnels urbains à Lucerne, Suisse / H. Fricker (CH) (décédé depuis)
- Intersections en tunnels et galeries / R. Lanz (CH)
- Le tunnel de Limfjord: système de régulation du trafic / J.V. Thomsen et P. Seidelin (DK)

Session V: Développements futurs, besoins de recherche / E. Scotto (I), J. Péra (F)

- Développements futurs, besoins de recherche / J. Péra (F)
- Une nouvelle conception de pont: le tube immergé / H. Ostlid (N)
- Effets du tunnel du Cadi sur le développement économique et politique / A. Serratosa (E)
- Politique en matière de conception des équipements de tunnels routiers / A. Jacquet (F)
- Les aspects futurs de l'entretien adapté aux tunnels routiers de l'autoroute Métropolitaine / K. Sano, I. Yoshizawa et Y. Ishida (J)
- Financement mixte de travaux publics: préparer le chemin du renouvellement des infrastructures / R. Taste (USA)
- Nouvelles routes par moyens nouveaux: propositions du Royaume-Uni pour des projets d'infrastructure à financement privé / P.E. Pickering (UK)
- LASER: l'avenir du concept de réseau routier souterrain concédé / A. Broto (F)
- Le projet HYSOPE: réseau rapide régional pour véhicules légers, sans sorties dans Paris / J. Marquet (F)
- Travaux souterrains coordonnés dans les villes: un moyen de résoudre beaucoup de problèmes / W. De Lathauwer (B)

tive des risques liés au transport de matières dangereuses, en collaboration avec les responsables de la gestion des principaux tunnels routiers.
La réalisation d'un tel programme serait, en effet, le meilleur moyen d'arriver à une harmonisation des réglementations. Les intervenants ont souhaité que l'OCDE engage les démarches en vue de la réalisation de ce projet.

Session IV: Circulation, signalisation et géométrie (et leur influence sur la sécurité)

Les capacités théoriques calculées pour les routes à l'air libre sont dépassées de 1,5 à 3 fois dans les tunnels, il faut donc trouver d'autres méthodes de calcul. Il est prudent de ne pas tenir compte de ces coefficients lors de la conception des ouvrages, car le trafic réel dépasse toujours le volume initialement prévu.
L'étude TUNICS (Tunnel Integrated Control System), mise en œuvre dans le cadre du programme DRIVE (Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe: infrastructure routière spécifique à la sécurité des véhicules en Europe) de la Commission des Communautés européennes, pour une meilleure gestion du trafic dans les tunnels routiers, doit être mieux coordonnée avec les travaux du Comité technique des tunnels routiers de l'AIPCR. Ce dernier se penchera de nouveau sur le problème délicat des intersections, bifurcations et jonctions en souterrain.
Dans les complexes routiers souterrains, une coloration adaptée, parfois symbolique, des parois contribue à la lisibilité et à l'autolocalisation des conducteurs.
Des scénarios divers ont été élaborés et testés pour faire face à différentes situations d'urgence. L'informatique est appelée à y jouer un rôle de plus en plus grand.

Session V: Développements futurs, besoins de recherche

Il faut vouer une attention particulière à la durée de vie des ouvrages. On construit de plus en plus de tunnels de plus en plus longs. Les techniques modernes de percement permettent d'avancer jusqu'à 60 mètres par jour.
La connaissance du sol est en général incomplète car elle repose sur des sondages ponctuels. L'imprévu géologique peut avoir des conséquences graves de nature technique et économique ou touchant à la sécurité. De nouvelles méthodes («radar géologique») permettent l'exploration détaillée du sous-sol depuis la surface, sur une profondeur de 25 à 30 mètres.

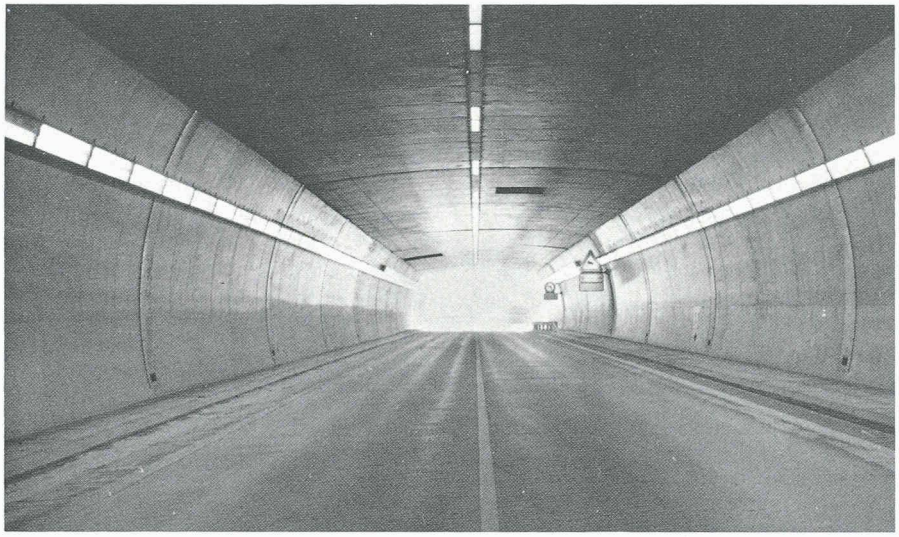
[6] Article paru dans *Route et trafic* 1989, N° 8.

De nouveaux systèmes de ventilation sont expérimentés : stations de filtrage en parallèle, précipitation électrostatique, etc.
Un système d'éclairage modulé offre d'intéressantes réponses au problème de la claustrophobie.
Des dispositifs d'insonorisation sont à l'étude.

On capte l'énergie des vibrations acoustiques pour la mettre à profit.

Une tendance actuelle vise à séparer le trafic des poids lourds de celui des véhicules légers.

L'automatisation de la gestion peut contribuer à l'abaissement des coûts d'exploitation.



Le tunnel du Klamm sur la route de Gastein en Autriche.

Des postes de contrôle régionaux permettent la surveillance de plusieurs tunnels et tronçons routiers.
Parallèlement au développement des logiciels, il faut améliorer la fiabilité et la précision des capteurs qui fournissent les informations à traiter.
Les systèmes de péage automatique évitant l'arrêt complet des véhicules font l'objet de recherches intensives.
Parmi les sujets demandant des recherches plus approfondies : une meilleure utilisation de l'énergie, le traitement de l'air vicié, l'interaction entre propagation des fumées et régime de ventilation, la prise en compte des besoins de l'usager, les jonctions et bifurcations souterraines.

Conclusions générales

L'importance des tunnels s'accroît. On construira davantage de tunnels, en particulier en milieu urbain, et on les dotera d'équipements de plus en plus sophistiqués. La classification et la normalisation internationales des tunnels et de leurs performances seraient souhaitables.

Pierre Boskovitz

Bibliographie

Les propriétés physiques des roches

Théories et modèles

par *Jacques Grolier, Angel Fernandez, Monique Hucher* et *Joëlle Riss.* – Un vol. broché, 16 × 24 cm, 472 pages. Masson éditeur, Paris, 1990. Prix : 480.00.
Les roches ont des propriétés physiques et des comportements mécaniques qui s'expliquent par leur structure et leur composition.
Que l'on veuille révéler de telles relations ou qu'il s'agisse d'en tirer parti, un minimum de connaissances est nécessaire sur ce que sont les roches, sur les méthodes de leur analyse structurale et de leur description, enfin sur les théories physiques et la mécanique des solides. L'ensemble, réuni ici en un même volume, constitue la base de la pétrographie quantitative.
Ce livre sera utile aux étudiants en sciences de la terre et plus généralement en science des matériaux, ainsi qu'à tous les praticiens qui en de multiples domaines et occasions sont confrontés aux roches et aux problèmes qu'elles posent.

Catastrophes ? Non merci !

par *Jean-Louis Nicolet, Annick Carnino* et *Jean-Claude Wanner.* – Un vol. 16 × 24 cm, broché, 256 pages. Masson éditeur, Collection Le Nouvel Ordre économique, Paris, 1989.
Les catastrophes qui ont défrayé la chronique ces dernières années ont mis en évidence les faiblesses de l'homme, opérateur, pilote ou conducteur. Cependant, l'homme est indispensable pour faire face aux imprévus de conduite des grands systèmes de production ou de transport et les systèmes experts ne remplaceront pas l'homme de sitôt.
Catastrophes ? Non merci ! est écrit par trois spécialistes : Jean-Louis Nicolet, directeur de la SGN, Annick Carnino, spécialiste en « sécurité nucléaire » à EDF, et Jean-Claude Wanner, pilote d'essais militaire.
Ce livre analyse en détail le comportement des opérateurs, met en lumière les problèmes d'organisation et propose des méthodes de conception des systèmes, de formation des hommes pour réduire au mieux les risques d'erreur humaine.
C'est un ouvrage que tous, chefs d'entreprise, responsables de sécurité, chefs du personnel, formateurs, chefs de bureau d'étude, ingénieurs, techniciens, compagnons, étudiants, doivent lire et faire lire pour comprendre et faire comprendre que l'erreur humaine, si elle est le propre de l'homme, n'est toutefois pas inéluctable. On peut et on doit en réduire l'occurrence et en minimaliser les effets, en évitant de réduire l'homme au rôle d'automate et en lui fournissant les moyens d'assurer la tâche noble de supervision et de décision face à l'imprévu.

Afghanistan, terre brûlée

par *Etienne Dubuis.* – Un vol. 16 × 23 cm, broché, 240 pages, 38 illustrations noir-blanc, carte, couverture laminée en quadrichromie. Editions 24 Heures, Collection Visages sans frontières, Lausanne, 1989. Prix : Fr. 39.–.
Une guerre chasse l'autre sur le carrousel de l'actualité. L'URSS s'est retirée de l'Afghanistan sans avoir enregistré de victoire, son empire éclate, on ne parle plus de sa puissance militaire (quoique...), c'est sur les rives du golfe Persique que retentit le bruit des armes. Qui songe encore à cette lutte de David contre Goliath ?
Pour essayer de comprendre comment l'islam devient une arme, on lira avec profit le livre d'Etienne Dubuis, qui a vécu en Afghanistan les mois qui ont précédé le départ de l'Armée rouge. A l'heure où l'Occident s'interroge sur l'embrasement de fanatisme religieux attisé par un leader irakien athée, l'expérience vécue par l'auteur au péril de sa vie au milieu des résistants afghans donne peut-être un élément de réponse. Par ailleurs, cet ouvrage constitue une documentation de première main sur un pays qui nous est pratiquement inconnu ; son actualité n'est pas remise en cause par le désengagement soviétique dans ce pays.

Jean-Pierre Weibel