

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 117 (1991)  
**Heft:** 8

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 06.02.2025

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

- enfin, une grande question est de savoir dans quelle proportion il faudrait réévaluer au fur et à mesure le capital investi pour compenser la perte de pouvoir d'achat de l'unité monétaire; en d'autres termes, s'il faut tabler sur les prix réels ou sur des prix nominaux, historiques;
- et tout cela sans même parler de toutes sortes de surprises qui se font jour au cours des années d'exploitation.

Il est hors de doute que dans le cas du Saint-Gothard, tous ces facteurs et d'autres encore ont varié dans de très fortes proportions depuis qu'ont été menées les études mentionnées ici. Heureusement, l'optimum économique de chaque élément est défini dans une plage assez large par une courbe fort plate, ce qui fait que lorsqu'on s'y trouve, l'erreur que l'on peut commettre en faisant varier telle ou telle dimension de l'ouvrage n'a qu'une

influence fort limitée sur le résultat global.

Il pourrait néanmoins être intéressant, d'un point de vue théorique général, de réexaminer aujourd'hui le projet du tunnel du Saint-Gothard pour voir si dans les conditions actuelles, c'est-à-dire avec les coûts de construction et d'équipement en vigueur, le trafic actuellement prévisible pour ces prochaines décennies, les taux d'intérêts, d'amortissement, d'entretien ou de remplacement que l'on peut extrapoler sur la base de l'expérience vécue, une étude d'optimisation amènerait à nouveau au même projet qu'il y a vingt-cinq ans. Sans doute la puissance de ventilation installée pourrait-elle être quelque peu réduite.

Mais nous nous arrêtons ici, car nous nous en voudrions de donner l'impression d'être en train de chercher quelque occupation supplémentaire.

#### Bibliographie

LOMBARDI, G.: « Aus der Projektierung des Gotthard-Strassentunnels », *Schweiz. Bauztg.*, 90 (13 juillet 1972) 28, pp. 669-676.

HENKE, A.: « Comportement de la ventilation du tunnel du Saint-Gothard », communication présentée au Séminaire de l'OCDE sur la gestion des tunnels routiers, Lugano, 26-29 novembre 1990.

#### Adresse de l'auteur :

Giovanni Lombardi, D<sup>r</sup> h.c.  
Via A. Ciseri 3  
6601 Locarno

## Industrie et technique

### ICE et Transrapid : les supertrains allemands de demain et d'après-demain

Dès 1991, les chemins de fer fédéraux allemands, Deutsche Bundesbahn (DB), se proposent de compléter leur système Intercity (IC) - depuis 1979, il relie une bonne cinquantaine de grandes villes de République fédérale d'Allemagne à la cadence d'à peu près un train toutes les heures - par des trains à grande vitesse très rapides et spécialement confortables, dont la mise en service se fera progressivement. Les premiers à circuler sur le réseau ferroviaire allemand seront les quarante et

un InterCity-Express (ICE) qui, avec une douzaine de voitures voyageurs chacun, assureront la liaison sur les lignes Hambourg-Würzburg-Munich et Hambourg-Francfort-Munich via Stuttgart.

L'ICE qui, à l'époque de ses essais, avait battu le record du monde de vitesse sur rail - 406 km/h - fait appel à une technique de traction d'un grand avenir : les moteurs à courant triphasé. Il dispose d'une combinaison de freins spéciaux dont le fonctionnement exact

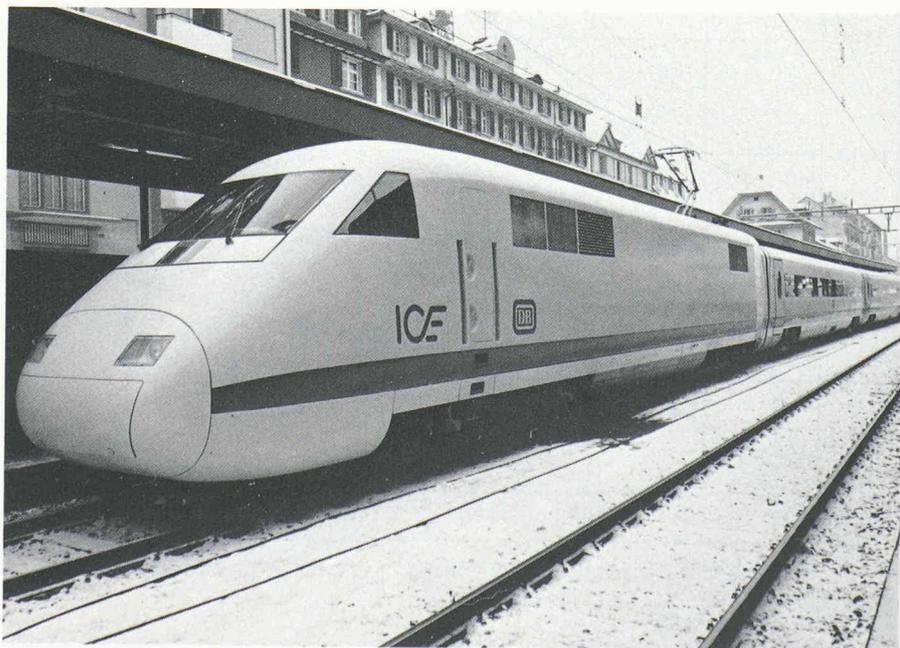
et parfaitement synchronisé est commandé par une électronique à processeurs spécialement mise au point précisément pour cet ICE. Equipés de climatiseurs, ces compositions, qui sont de véritables « jets sur roues » extrêmement aérodynamiques, peuvent accueillir jusqu'à 600 passagers dans des conditions remarquablement confortables puisque, avec leur largeur de 3,02 m, ils leur offrent 20 cm d'espace en plus que dans le gabarit usuel.

L'ICE offre à ses passagers le téléphone, un restaurail luxueusement aménagé, mais aussi un « bistro », tout cela sous un vistadôme qui crée à l'intérieur de la voiture une lumière très agréable, une visibilité exceptionnelle et une aération parfaite.

Cette recherche du confort se justifie notamment par la configuration des lignes nouvelles, où le voyageur n'aura que rarement l'occasion d'admirer le paysage. Sur les 100 km de la ligne Mannheim-Karlsruhe, par exemple, seuls 31 km offrent une telle vue, le reste se situant en tranchée ou en tunnel!

L'un des slogans publicitaires de la Deutsche Bundesbahn dit : « Deux fois plus rapide que la voiture, moitié autant que l'avion ». Grâce à l'ICE, le trajet entre Hambourg et Munich sera réduit de plus d'une heure et demie. Un certain nombre de « grands noms » de l'industrie allemande ont participé à la mise au point des nouveaux ICE, parmi lesquels on trouve AEG, Krauss-Maffei, MBB (Messerschmitt-Boelkow-Blohm) et Thyssen AG.

Or Thyssen AG précisément a pour sa part présenté un système de transport

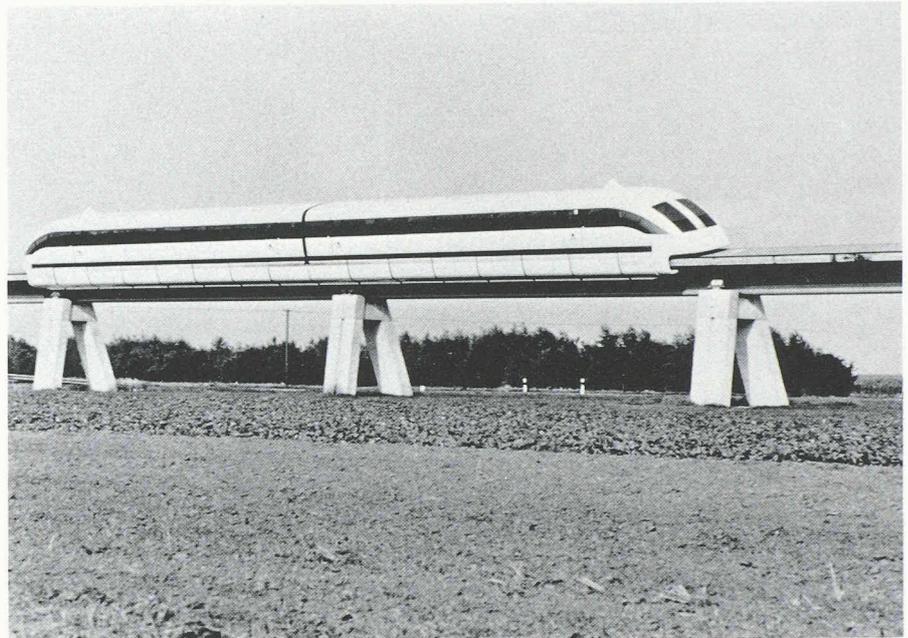


Le train allemand de demain : l'ICE qui va prochainement entrer en service sur les liaisons Intercity. (Photo IAS.)

encore bien plus rapide et bien plus performant que l'ICE: le Transrapid. Ce train à sustentation magnétique très aérodynamique est en effet conçu pour une vitesse, en fonctionnement normal, de l'ordre des 500 km/h. La première rame du Transrapid doit être mise en circulation entre les aéroports de Dusseldorf et de Cologne/Bonn. Par la suite, la ligne doit être prolongée jusqu'à Essen, au cœur du bassin industriel de la Ruhr.

Les experts pensent que le Transrapid serait un moyen idéal pour délester considérablement les trafics aérien et routier sur les grandes lignes européennes. A Las Vegas, les édiles municipaux tiennent manifestement le même raisonnement puisqu'ils ont l'intention de faire appel au Transrapid pour rallier leur ville, capitale des jeux et des loisirs, à la grande zone d'agglomération de Los Angeles, à 370 km de là.

(INP)



Le train allemand d'après-demain: le Transrapid expérimental à sustentation magnétique. (Photo INP/Thyssen.)

## Recherche dans le domaine de l'habitat: du gaz hilarant dans les courants d'air!

Pour éviter les pertes d'énergie, ingénieurs et architectes se sont préoccupés de construire des bâtiments très isolés. Mais ils ont oublié d'accorder le même soin à l'indispensable ventilation qui permet d'évacuer les polluants intérieurs. Dans le cadre d'un programme de recherche international, des chercheurs de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) suivent les courants d'air à la trace dans des locaux habités... en utilisant du gaz hilarant.

Au début des années septante, la crise du pétrole a motivé les architectes à améliorer l'étanchéité des bâtiments, pour éviter la déperdition de chaleur par les fenêtres et les parois. Grâce à de nouvelles techniques d'isolation, on sait aujourd'hui construire des immeubles qui demandent deux fois moins d'énergie pour leur chauffage. En Suisse, quelques maisons particulièrement soignées consomment même chaque hiver moins de 5 litres de mazout par mètre carré de plancher - c'est quatre fois moins que la moyenne helvétique.

Mais dans cette chasse aux fuites de calories, un détail important a trop souvent été oublié: la ventilation! En effet, certains immeubles sont isolés à un point tel que les polluants intérieurs ne sont plus convenablement évacués. A commencer par l'humidité et le gaz carbonique produits par la respiration humaine. Viennent ensuite les fumées de cuisine et de cigarette, les poussières de textile et certains composés nocifs, comme le formaldéhyde qui se dégage des panneaux en bois aggloméré et des moquettes.

Pour les habitants, les symptômes d'une installation de ventilation insuffisante vont des mauvaises odeurs aux maux de tête. A l'opposé, une ventilation trop vive, ou mal disposée, crée de désagréables courants d'air et gaspille l'énergie. Dans ce domaine, l'art du juste milieu est particulièrement difficile, car les mouvements d'air au sein d'une habitation sont évidemment invisibles et difficiles à prévoir.

### Ouvrir en grand et brièvement

Les chercheurs de l'EPFL ont utilisé la méthode des gaz traceurs dans leurs propres locaux, mais aussi dans des lieux habités par une population « normale»: une villa et deux immeubles de cinq étages situés à Préverenges (VD) et équipés dès leur construction de nombreux dispositifs de mesure. Ces études devraient à terme permettre d'établir des normes pour la construction (les normes SIA ne contiennent pour l'instant que des « recommandations » au sujet des installations de renouvellement d'air). Ces études « in vivo » ont notamment montré que, selon leur comportement face à la ventilation, certains locataires consommaient deux fois plus d'énergie que leurs voisins!

Sur ce point, les chercheurs ont vérifié que la technique d'aération la plus efficace - sur le plan tant énergétique que sanitaire - est celle qui consiste à ouvrir les fenêtres en grand et brièvement, pour chasser les polluants dès leur apparition - c'est-à-dire immédiatement après avoir fumé sa pipe ou terminé la cuisson de son steak.

### Trois gaz valent mieux qu'un!

Parce qu'elle concerne autant les économies d'énergie que la santé et le confort, la ventilation est une affaire sérieuse. Preuve en est que l'Agence Internationale de l'Energie, mise en place durant la crise du pétrole, a lancé un programme de recherches qui regroupe des scientifiques de treize pays. Dans ce cadre, une équipe de chercheurs du Laboratoire d'énergie solaire (LESO) de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, dirigée par Claude-Alain Roulet, coordonne plusieurs études qui visent à mettre au point un programme informatique capable d'aider un architecte à prévoir les échanges d'air d'un bâtiment, avant même d'en avoir posé la première brique! Il va de soi qu'avant d'écrire un tel programme, il faut mettre en équations une maison de plusieurs pièces - avec ses habitants, ses polluants et ses courants d'air - puis vérifier que cela correspond à la réalité.

Les chercheurs de l'EPFL ont développé dans ce but une méthode qui pourrait prêter à sourire, puisqu'elle consiste à répandre, dans un lieu habité, du gaz hilarant (ou protoxyde d'azote). Mais la concentration du gaz est si faible - 0,01% - que personne ne risque le fou rire! Il en faudrait 5000 fois plus dans l'atmosphère pour déclencher l'hilarité.

Pour visualiser les flux aériens, les chercheurs font également appel à deux autres gaz inoffensifs injectés dans l'air à dose homéopathique: de l'hexafluorure de soufre (SFG) et de l'halon 1301. Ces gaz sont libérés simultanément, chacun dans une pièce différente du logement, puis suivis à la trace par le nez de « CESAR-3 »...



Recherche avec le sourire – le gaz hilarant utilisé à l'EPFL pour l'analyse de la ventilation n'est pas en cause: ces mesures sont tout à fait sérieuses! (Photo LESO-EPFL.)

«CESAR-3», c'est un ensemble d'appareils, de tuyauteries et d'informatique qui permet aux hommes de l'EPFL d'équiper un logement de dix pièces pour de longues études. Le système dose les gaz, les libère et renifle constamment l'air ambiant par son vaste réseau de tuyaux. L'atmosphère est ainsi analysée par des «spectromètres à infrarouge», des instruments de mesure si sensibles qu'ils détectent des concentrations de gaz de l'ordre du millionième (0,0001 %). Dans la panoplie des appareils scientifiques figurent encore de nombreux capteurs de température et de pression qui informent des conditions météorologiques du dedans comme du dehors.

Les informations collectées grâce à cette méthode, combinées aux modèles développés autant à l'EPFL que

dans d'autres laboratoires européens et américains, permettent déjà de prédire les mouvements d'air en tenant compte non seulement des installations de ventilation, mais aussi des ouvertures des fenêtres, des conditions climatiques et du comportement des habitants.

Tout cela est en train d'être intégré dans le programme informatique qui est actuellement en voie de réalisation au LFEM/EMPA (Laboratoire fédéral de recherche et d'essai des matériaux) à Dübendorf. Une première version «scientifique» de ce logiciel devrait voir le jour ce printemps. Une version plus conviviale, adaptée aux méthodes de travail des architectes devrait normalement suivre.

Pierre-André Magnin/CEDOS

## Laser contre scalpel

Les possibilités d'application des sources lumineuses du type laser, notamment dans les domaines de la construction mécanique, de l'électrotechnique, de la chimie et dans les techniques médicales, sont considérables et, dans ce domaine plus particulièrement, elles sont loin d'être épuisées, comme le montrent bien les derniers succès thérapeutiques remportés grâce au laser.

Pour la première fois au monde, des spécialistes de Bogenhausen, près de Munich, ont ainsi appliqué avec succès un nouveau genre de technique laser destinée à élargir des vaisseaux san-

guins rétrécis, voire totalement bouchés. Deux patients souffrant d'un rétrécissement des vaisseaux coronaires qui mettaient leur vie en danger, et un troisième atteint au niveau des jambes d'une occlusion totale des artères y ont été traités par le laser plutôt que par le scalpel. L'avantage essentiel de cette méthode où ne coule pas une goutte de sang réside dans la réduction considérable des risques de provoquer des lésions dans les parois des vaisseaux sanguins.

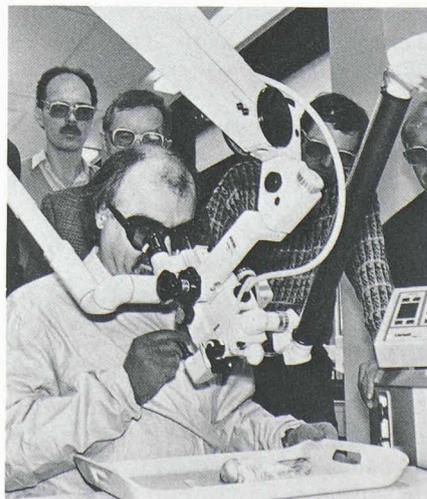
Autre opération au laser totalement réussie, celle qui a eu lieu à l'Université libre de Berlin où, pour la première fois

également, une équipe de médecins est parvenue à opérer un patient souffrant d'une hernie discale, toujours grâce au laser et sous contrôle visuel du médecin traitant. Médicalement, une hernie discale est une modification orthopédique de la colonne vertébrale liée à des disques intervertébraux rabougris ou déplacés au niveau des différentes vertèbres. Ces disques viennent alors irriter les cordons nerveux principaux dans le dos du patient, entraînant de très violentes douleurs. Les spécialistes berlinois ont supprimé les parties de la masse de disques intervertébraux responsables des troubles, par vaporisation sous faisceau laser.

Pour les années 1987 à 1995, le ministre fédéral allemand de la Recherche a accordé une enveloppe financière de quelque 200 millions de DM pour la réalisation d'un programme de recherche sur les techniques du laser. C'est le Centre des technologies de la fédération allemande des ingénieurs, le VDI (Verein Deutscher Ingenieure), qui supervise ce projet, examinant les demandes de subventions pour des projets dans ce domaine et conseillant les demandeurs.

Sur le marché mondial des techniques du laser de tout genre, l'Allemagne occupe à l'heure actuelle une part d'environ 30%.

(INP)



En orthopédie et chirurgie des grands blessés, le rayon laser permet aujourd'hui des interventions qui, naguère encore, nécessitaient le recours au bistouri.