

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 114 (1988)  
**Heft:** 12

## Sonstiges

### 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:** 25.04.2026

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

## Bibliographie

- [1] DYSLI, M.; FONTANA, A.; RYBISAR, J.: «Enceinte en paroi moulée dans limons argileux, calculs et observations», *Proc. 7th ECSMFE, Brighton*, vol. 3, pp. 197-205, 1979.
- [2] DYSLI, M.; FONTANA, A.: «Deformation around the excavation in clayey soil», *Proc. Int. Symp. on Numerical Models in Geomechanics*, pp. 634-642, Zürich, 1982.
- [3] DYSLI, M.: «Use of ADINA in soil mechanics with case studies for excavations», *Computers and Structure*, vol. 17, N° 5, pp. 635-642, 1983.
- [4] DYSLI, M.: «The practical use of coupled models in soil mechanics», *Computers and Structure*, vol. 21, N° 1/2, pp. 63-67, 1985.
- [5] DYSLI, M.: «Usage pratique de modèles couplés», *Proc. II<sup>e</sup> congrès int. de méca. des sols et des travaux de fondations*, pp. 747-750, San Francisco, 1985.
- [6] FONTANA, A.: «Evolution des poussées sur le soutènement de deux grandes fouilles à Genève», *Ing. et arch. suisses*, N° 25, 1984.
- [7] PECK, R. B.: «Deep excavation and tunnelling in soft ground», *Proc. 7th Int. Conf. on Soil Mech. and Found. Eng. Mexico, State of the Art*, pp. 225-290, 1969.
- [8] FONTANA, A.: «Concepts de dimensionnement de deux fouilles genevoises», *Publ. N° 104 de la Société suisse de méca. des sols et des roches*, 1981.
- [9] TAPPOLET, L.: «Confédération Centre: quelques réflexions sur le dimensionnement géotechnique», *Publ. N° 104 de la Société suisse de méca. des sols et des roches*, 1981.
- [10] ADINA ENGINEERING, INC.: ADINA - A finite element program for automatic dynamic incremental nonlinear analysis, Watertown, Ma, USA, 1984.
- [11] ADINA ENGINEERING, INC.: ADINAT - A finite element program for automatic dynamic incremental nonlinear analysis of temperature, Watertown, Ma, USA, 1984.
- [12] LADD, C. C.; FOOT, R.: «New design procedure for stability of soft clay», *JGED, ASCE*, vol. 100, N° GT7, pp. 763-786, 1974.
- [13] DYSLI, M.; RYBISAR, J.: «Surface de la nappe et éléments finis», *Proc. 9th ECSMFE, Dublin*, 1987.
- [14] SKEMPTON, A. W.: «The pore pressure coefficients A et B», *Geotechnique*, vol. IV, pp. 143-147, 1954.

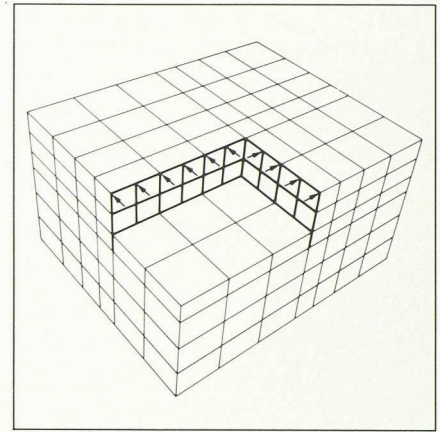


Fig. 13. - Grand Casino: le modèle à trois dimensions.

grands chantiers et sans le financement, par les maîtres d'ouvrage, du coût des mesures qui ont permis non seulement de vérifier la bonne marche des travaux et de prendre à temps les mesures de construction éventuelles nécessaires, mais également, dans une phase de synthèse ultérieure, de mieux comprendre le comportement effectif de ces ouvrages dans leur environnement.

mations de ces excavations à condition que leur comportement tridimensionnel ne soit pas trop marqué, et que cet usage entraine, pour des ouvrages importants, dans les limites des honoraires perçus par l'ingénieur.

Enfin, ces études ont encore démontré les avantages d'une collaboration entre un bureau d'ingénieurs privé et une école polytechnique dans un domaine où les moyens de celle-ci peuvent

apporter beaucoup à la pratique, collaboration qui ne peut en aucun cas être considérée comme une concurrence déloyale envers l'ensemble de la profession.

### 9. Remerciements

Ces études n'auraient pu être menées à bien sans la collaboration de tous les participants à la réalisation de ces deux

#### Adresses des auteurs:

Adalbert Fontana  
Ingénieur civil EPFL/SIA  
Ingénieur associé  
Géotechnique appliquée  
P. et C. Dériaz et Cie SA  
10, rue Blavignac  
1227 Carouge-Genève  
Michel Dysli  
Ingénieur civil EPFL/SIA  
Chef de section au  
Laboratoire de mécanique  
des sols - EPFL  
1015 Lausanne

## Actualité

### Vesta à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

N'en déplaise aux mânes de l'empereur romain Julien l'Apostat<sup>1</sup>, le nombre public accouru récemment à l'EPFL n'était pas venu célébrer le culte païen du Foyer sous l'égide de Vesta, mais pour découvrir les secrets de la voiture la moins gourmande du monde: la *Renault Vesta 2*<sup>2</sup>.

Des chiffres: le 23 juin 1987, la Vesta 2 parcourait les 501,4 km séparant Bordeaux de Paris, avec deux personnes à bord, à la vitesse moyenne de 100,9 km/h, consommant 9,447 litres d'essence super, soit 1,94 l/100 km.

Surtout ne vous précipitez pas à l'agence Renault la plus proche, car la Vesta 2 n'est pas à vendre: ni aujourd'hui, ni demain ou après-demain. Il s'agit d'un véhicule expérimental

incorporant les résultats des recherches les plus récentes de Renault dans les domaines des matériaux, de l'aérodynamique, de la structure et de la mécanique. De même, les pères de famille auront intérêt à consulter le tableau comparant la Vesta 2 à la Renault 5 SL de série: si la seconde est une petite voiture, la Vesta 2 est encore plus petite, extérieurement du moins. Si ce prototype préfigure la voiture de demain, ce n'est pas celle dont semble rêver une grande partie des automobilistes, à en croire les chiffres des ventes des moyennes et grosses voitures.

Il est toutefois permis de penser que cette tendance au grossissement ne saurait se poursuivre *ad libitum*, même si les constructeurs de moyennes et

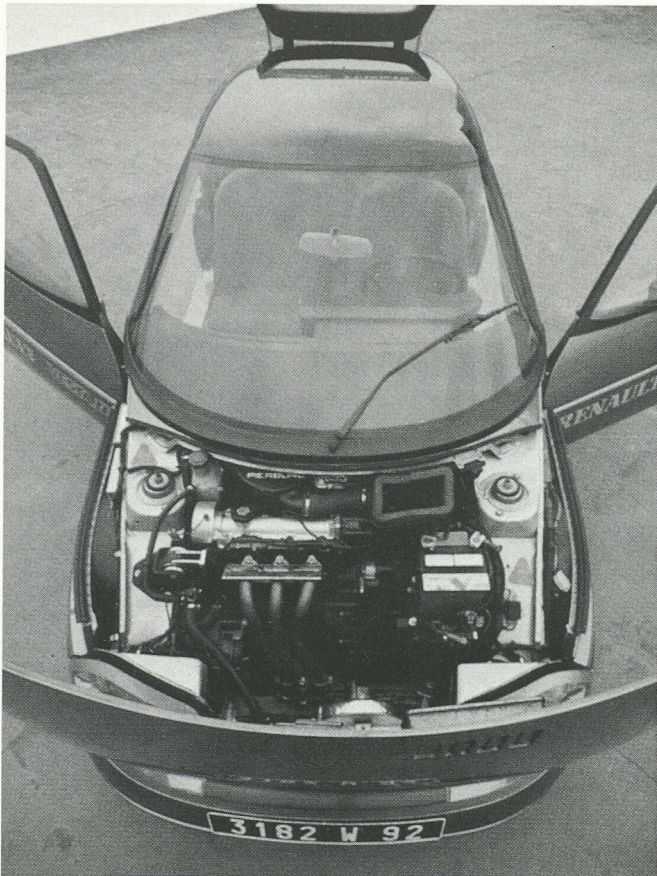
grosses voitures ont fait de spectaculaires progrès dans le domaine de l'économie d'essence<sup>3</sup>.

La Vesta 2 est une petite voiture; toutefois, l'amélioration qu'elle concrétise par rapport aux modèles de série actuels de dimensions semblables, grâce à l'application des techniques les plus avancées, peut évidemment être

<sup>1</sup> Julien l'Apostat, 331-363; au cours de son règne (361-363), il essaya de rétablir le paganisme dans l'Empire.

<sup>2</sup> Véhicule économe de systèmes et technologies (sic) avancées.

<sup>3</sup> A titre d'illustration, nous avons constaté qu'une voiture récente, pesant 1370 kg et équipée d'un moteur de 3430 cm<sup>3</sup> de cylindrée, consomme en usage courant sensiblement la même chose qu'un plus petit modèle de la même marque, de 1000 kg avec un moteur de 1990 cm<sup>3</sup>, conçu quelque quinze ans auparavant.



	RENAULT Vesta 2	RENAULT 5 SL	
<b>Moteur</b>	Super	Super	
carburant	3 cylindres	4 cylindres	
architecture	716 cm <sup>3</sup>	1108 cm <sup>3</sup>	
cylindrée	20 kW (27 ch)	34 kW (47 ch)	
puissance maxi	à 4250 tr/mn	à 5250 tr/mn	
	56 Nm (5,7 mkg)	79 Nm (8,2 mkg)	
	à 2250 tr/mn	à 2500 tr/mn	
couple maxi			
<b>Boîte de vitesses</b>	5 rapports	4 rapports (5 en option)	
<b>Train avant</b>	Mac Pherson triangulé	Mac Pherson triangulé	
<b>Train arrière</b>	A épure programmée A correction d'assiette	A bras tirés	
<b>Suspension</b>	Pneumatique	Sans correction d'assiette	
<b>Pneus</b>	125/80 R 11	145/70 R 13 S	
<b>Freinage</b>	4 disques	2 disques et 2 tambours	
<b>Dimensions</b>			
longueur	3,54 m	3,59 m	
largeur	1,54 m	1,58 m	
hauteur	1,30 m	1,38 m	
largeur coudes AV	1,32 m	1,36 m	
largeur coudes AR	1,28 m	1,38 m	
<b>Poids</b>	473 kg	725 kg	
<b>Aérodynamique</b>			
S.Cx	0,304 m <sup>2</sup>	0,60 m <sup>2</sup>	
Cx	0,186	0,34	
<b>Capacité réservoir</b>	18 l	43 l	
<b>Performances</b>			
vitesse maxi	140 km/h	143 km/h	
1000 m départ arrêté	40 s	37,3 s	
<b>Consommation</b>		<b>BV4</b> <b>BV5</b>	
à 90 km/h	2,05 l/100 km	4,5 l/100 km	4,1 l/100 km
à 120 km/h	2,73 l/100 km	6,1 l/100 km	5,6 l/100 km
en cycle urbain	3,66 l/100 km	5,8 l/100 km	5,8 l/100 km
moyenne UTAC	2,6 l/100 km	5,46 l/100 km	5,16 l/100 km

A première vue, la conception de base de la Vesta 2 n'a rien de révolutionnaire. Les résultats obtenus quant au poids et aux performances (ci-dessus : comparaison avec la Renault 5 SL) sont à mettre au crédit d'un travail d'optimisation systématique portant sur l'ensemble des facteurs améliorant le rendement global.

transposée avec un succès comparable sur de plus gros modèles.

Le développement de la Vesta 2, qui a commencé en 1981 et s'est étendu sur six ans environ, visait trois buts :

- l'économie,
- la sécurité et
- la convivialité (notion qui recouvre aussi bien le confort que l'agrément d'utilisation).

C'est dire que la Vesta 2 annonce dans une certaine mesure la voiture de la prochaine décennie, telle que la voit Renault. L'orientation de la grande régie française vise donc la voiture envisagée strictement comme un moyen de transport individuel, et non comme un quelconque symbole.

Jusqu'ici, les montants consentis par Renault pour la recherche et le développement sont faibles : 2,6% du chiffre d'affaires brut en 1987, avec une augmentation prévue à ~3% en 1988. Le développement de la Vesta 2 ayant coûté environ 90 millions de francs suisses, il a donc dû être largement subventionné par les pouvoirs publics français.

Le programme qui a abouti à la réalisation de la Vesta 2 demandait les performances suivantes : consommation inférieure ou égale à 3 l/100 km, comme moyenne des mesures faites à 90 km/h et 120 km/h stabilisés ainsi que dans le cycle urbain ECE.

Les multiples facteurs influençant la consommation ont un poids différent selon la phase d'utilisation : route ou ville, vitesse, régime moteur, etc. C'est

donc à une optimisation systématique qu'ont procédé les ingénieurs de Renault. Leur démarche a été réaliste et pragmatique : le but fixé n'impliquait nullement de renoncer aux contraintes que la fabrication et l'utilisation imposent à une automobile. C'est pourquoi, au premier coup d'œil, la Vesta 2 ne semble pas révolutionnaire et se rattache franchement aux lignes générales et aux caractéristiques dont nous avons l'habitude, mais qu'elle affine à l'extrême.

### Aérodynamique

L'influence de l'aérodynamique sur la puissance demandée varie évidemment en fonction de la vitesse ; des mesures faites sur la Renault R9 l'indiquent (en fonction de la puissance totale) :

- 5% en cycle urbain, 39% à 90 km/h et 51% à 120 km/h.

La Vesta 2 est la concrétisation d'une recherche en soufflerie très poussée dans ce domaine. La difficulté d'obtenir un bon facteur de pénétration dans l'air - le  $C_x$  des aérodynamiciens - est plus grande sur une voiture courte que sur un long véhicule, compte tenu de l'habitabilité demandée ; l'arrière tronqué de la Vesta 2 traduit cette difficulté, surmontée, comme le montre la valeur atteinte de  $C_x = 0,186$ . Relevons que la résistance causée par le passage de l'air de refroidissement autour du moteur intervient pour 2%.

Le recours à une suspension active, pilotée par microprocesseur pour assu-

rer une hauteur et une assiette optimales selon la vitesse, contribue à améliorer l'efficacité aérodynamique de la carrosserie.

### Masse

Contrairement à ce qu'on pourrait attendre, ni les alliages légers, ni les matériaux composites n'ont détrôné l'acier pour la structure primaire. La raison en est simple : c'est moins la résistance que la rigidité des matériaux qui est en jeu. En revanche, le dessin particulièrement étudié et le calcul par la méthode des éléments finis ont permis d'importants gains de poids, pour une structure primaire en acier allié des éléments de grande surface en matériaux composites.

Il est à relever que les économies de masse théoriques, qui peuvent atteindre 40%, ne sont que très partiellement réalisables en pratique (environ 20%).

### Rendement

Tout un éventail de formules de moteur (diesel et à essence) a fait l'objet d'études approfondies. La version finale n'a rien de révolutionnaire dans le principe, mais résulte de l'optimisation de caractéristiques connues : allègement des pièces mécaniques, taux de compression élevé (10,5:1), allumage double, collecteur d'admission double, préchauffage du mélange, réduction des frottements (par exemple vilebrequin sur deux paliers à roulements rotulés), système

de refroidissement piloté électroniquement. Le résultat est peu spectaculaire: le moteur à trois cylindres, de 716 cm<sup>3</sup>, alimenté par carburateur, fournit 20 kW (27 ch) à 4250 min<sup>-1</sup>. La transmission reflète les tendances actuelles en fait d'optimisation: moteur transversal avec boîte à 5 vitesses en bout d'arbre, traction avant.

Les accessoires ont également fait l'objet d'analyses et de mesures détaillées: c'est ainsi que l'alternateur est géré électroniquement pour réduire la consommation d'essence qu'il occasionne en cycle urbain, pouvant dépasser 1,0 l/100 km!

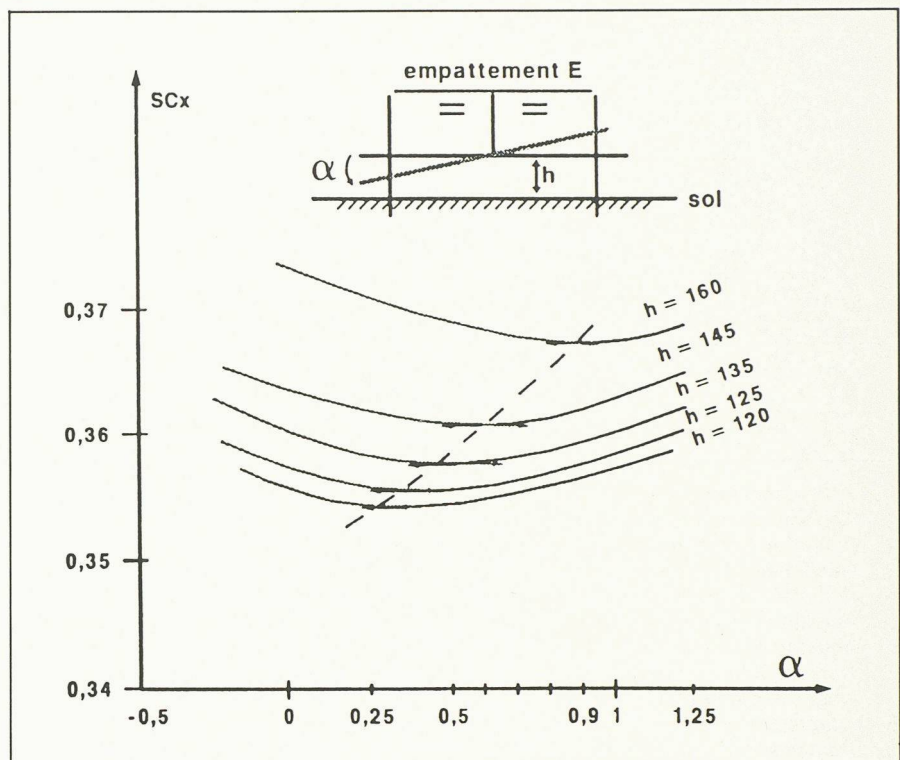
Les pneus à haute pression présentent une résistance au roulement abaissée de 30 à 35% par rapport aux types usuels.

Par le très large éventail de solutions avancées qu'elle incorpore, la Renault Vesta constitue une véritable banque de solutions, dans laquelle la régie va très largement puiser ces prochaines années pour le développement de ses nouveaux modèles.

Le fait que cette présentation a eu lieu dans le cadre de l'EPFL souligne la volonté de l'Ecole de s'associer à l'industrie européenne pour la recherche appliquée.

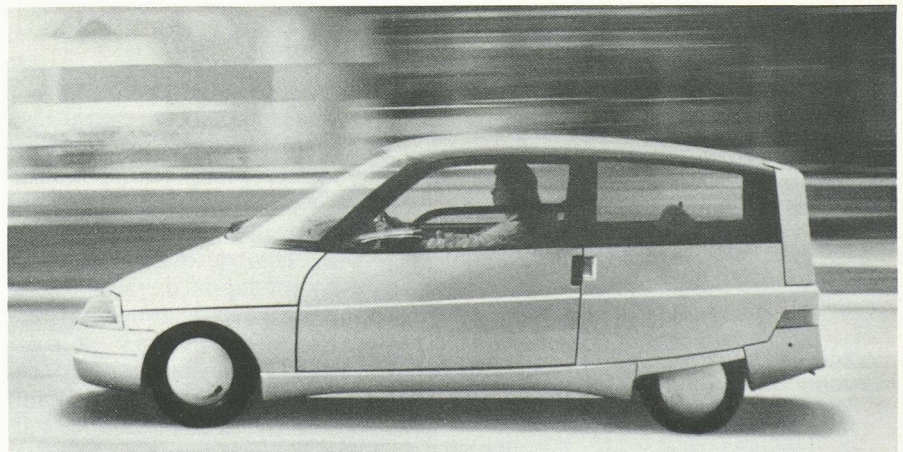
En conclusion, les exposés que nous avons entendus montrent qu'au-delà de la mise en œuvre des moyens scientifiques et techniques les plus modernes, ce sont les talents pragmatiques de constructeur qui constituent pour l'ingénieur les gages essentiels de succès. Tout l'appareil mathématique mis en œuvre par les ordinateurs les plus performants ne remplacera jamais l'intuition du généraliste qui a bien assimilé les phénomènes physiques intervenant dans le fonctionnement d'une machine et su tenir compte des conditions dans lesquelles cette machine doit être produite et utilisée.

Jean-Pierre Weibel



L'influence de l'assiette et de la hauteur sur sol de la carrosserie sur la résistance aérodynamique a fait l'objet d'une étude approfondie.

$S$  = surface frontale du véhicule;  $C_x$  = coefficient de résistance aérodynamique. La puissance absorbée par la résistance de l'air à une vitesse donnée se calcule par:  $N = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot S \cdot C_x$ , soit 6,3 ch (4,6 kW) à 100 km/h et 17,3 ch (12,7 kW) à la vitesse maximale de 140 km/h.



## CFF: un nouveau dispositif de sécurité

Le Conseil d'administration des CFF a ouvert un crédit de 134 millions de francs pour l'introduction d'un système de contrôle de la vitesse destiné à compléter l'actuel dispositif d'arrêt automatique des trains, afin d'accroître encore le degré de sécurité du chemin de fer, déjà très élevé.

Depuis plus de cinquante ans, les signaux sont dotés d'un dispositif qui avertit le mécanicien de la nécessité d'un freinage. Cet équipement a été perfectionné à plusieurs reprises au cours des ans afin d'être à même de déclencher l'arrêt absolu. Ce système, bien que très fiable, comporte néanmoins une lacune: la longueur des chemins de freinage. Pour un train lancé à 160 km/h, cette longueur doit

être de 1350 m. Or, l'obstacle proprement dit se trouvera rarement à une telle distance.

Le nouveau dispositif de contrôle automatique de vitesse est donc fondé sur une transmission ponctuelle voie-machine grâce à laquelle le processus de freinage du train est surveillé dès l'avertissement jusqu'à l'obtention de la vitesse limite imposée par la signalisation. Ce système perfectionné n'a cependant nullement pour objectif de remplacer le mécanicien dans sa fonction de conduite. Il constitue plutôt un «filet de protection» qui n'intervient qu'en cas de réaction inadéquate du mécanicien, garantissant un arrêt absolu du train avant la zone dangereuse. Ainsi donc, la sécurité ferro-

viaire se trouve renforcée d'un troisième niveau, par un système destiné à colmater les éventuelles brèches des deux premiers échelons (homme, dispositif actuel).

### Fonctionnement du contrôle de vitesse

Avant le départ du train, le mécanicien introduit quatre paramètres dans l'ordinateur de bord: vitesse maximale, catégorie du train, longueur du convoi et rapport de freinage. Il se sert pour cela du boîtier de commande et d'affichage de la radio sol-train. Les données relatives à la ligne (vitesse limite de la section, distance du but, vitesse au but, profil moyen de la ligne, etc.) sont programmées dans une balise implantée au droit du signal. Lors du passage du train, le dispositif de la

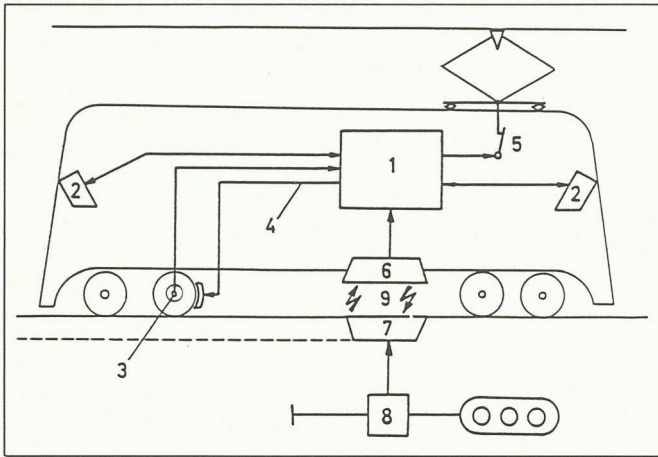


Fig. 1. - Schéma de principe de l'installation.

- 1 Appareil de contrôle à bord du véhicule
- 2 Boîtier de commande et d'affichage
- 3 Générateur d'impulsions tachymétriques
- 4 Actuateur du frein d'urgence
- 5 Actuateur de l'interrupteur principal
- 6 Antenne d'émission/réception
- 7 Transmetteur d'information ponctuel (balise de voie), peut aussi exercer une influence longitudinalement (pointillé)
- 8 Adaptateur de signal (se branche sur un signal existant)
- 9 Transmission d'information en HF, avec télégrammes de données en code autocontrôle

locomotive lit ces informations ainsi que le code correspondant à l'image du signal. L'ordinateur de bord calcule alors la courbe de contrôle valable pour la distance programmée, qu'il compare ensuite avec la vitesse réelle du train et la distance parcourue depuis la balise. Un freinage d'urgence est déclenché lorsque la vitesse est trop élevée.

**Prêts pour l'avenir!**

L'observation des signaux le long de la voie devient problématique aux vitesses dépassant 160 km/h. C'est pourquoi il faut envisager un dispositif d'affichage de la signalisation dans la cabine de conduite. L'appareillage de contrôle automatique de vitesse contient d'ores et déjà toute l'information nécessaire pour le faire. Toutefois, pour être utilisé comme dispositif d'affichage de la signalisation en cabine, le système devra être doublé afin de satisfaire aux exigences de la sécurité ferroviaire. Ce dispositif, qui sera monté en série sur les locomotives 2000 (vitesse maximale 230 km/h), sera compatible avec l'appareillage simplifié utilisé pour les vitesses actuelles.

Baptisé ZUB 121 SBB/BLS, le système développé par la maison Siemens à Brunswick (RFA) a été adapté aux exigences suisses par Siemens-Albis, Berne, et Integra-Signum, Wallisellen. La construction des installations fixes sera confiée sous licence à la maison Integra-Signum. La première utilisation opérationnelle du contrôle de vitesse pourrait avoir lieu vers 1991, sur le Réseau express régional zurichois.

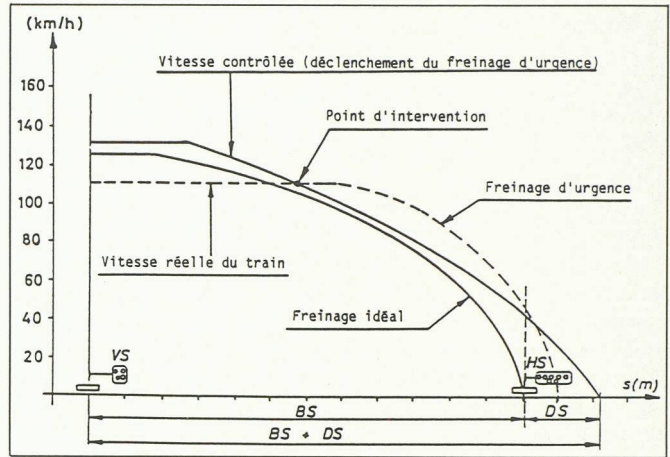


Fig. 2. - Principe de la surveillance lors de l'arrêt devant un signal principal.

- VS Signal avancé avec balise d'information
- BS Parcours de freinage (distance du signal avancé)
- DS Distance de sécurité
- HS Signal principal

**Le coin de la rédaction**

**Point final**

On a coutume de dire que ce sont les peuples républicains qui se passionnent le plus pour les têtes couronnées et les mille et un potins de leur vie publique et privée.

Par analogie, on est tenté de penser que les démocraties nourrissent un penchant pour la dictature et se sentent poussées à confier leur destinée à un seul homme. Ce n'est pas à nos voisins français ou à quelque autre démocratie européenne que je songe, mais bel et bien à la Suisse.

En effet, s'il est de bonne guerre de chercher à améliorer la gestion d'une entreprise ou d'une administration sur la base d'une analyse confiée à un conseil en gestion d'entreprise, il est tout de même étonnant de voir qu'il n'en est qu'un en Suisse - tout au moins si l'on suit l'actualité dans ce domaine: industrie de la bière, Chemins de fer fédéraux, administration communale zuricoise, Ecoles polytechniques fédérales, industrie horlogère, acquisition de matériel militaire, pour ne citer que les exemples les plus spectaculaires. Dernier avatar de cette dictature volontaire: la politique culturelle de Lucerne a également bénéficié de l'infinie sagesse du même gourou. Quelle consécration pour Hayek, que d'entendre

les accents envoûtants que fait retentir Karajan dans la triste salle de concerts de la *Kunsthalle* de Lucerne et de se dire qu'on y est pour quelque chose!

Trêve d'ironie: est-il permis de se demander s'il n'existe pas en Suisse d'autres conseils d'entreprises que Hayek Engineering capables de mener à bien l'analyse d'un groupe industriel ou d'une collectivité publique? On peut estimer terriblement dangereux que tant de décisions importantes pour l'ensemble du pays soient prises sur la base de données fournies par une seule et même maison.

Mais voilà: le choix de Hayek Engineering comme conseil est-il toujours parfaitement innocent? Le succès n'est-il pas lié dans une certaine mesure à une fonction d'alibi? Le label «Hayek» aurait-il surtout valeur de caution?

Pour ma part, je ne crois pas qu'un seul homme soit capable de décider ce qui est bon pour la Suisse et j'en profite ici pour exprimer l'estime dans laquelle je tiens nos collègues de la SIA qui exercent l'activité de conseils en entreprises.

*Jean-Pierre Weibel,  
rédacteur en chef*