Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses
Band: 108 (1982)
Heft: 12

Artikel: Les fourgons automoteurs à crémaillière Deh 4/4II du Furka-Oberalp
Autor: [s.n.]
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74662

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: 07.01.2026

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

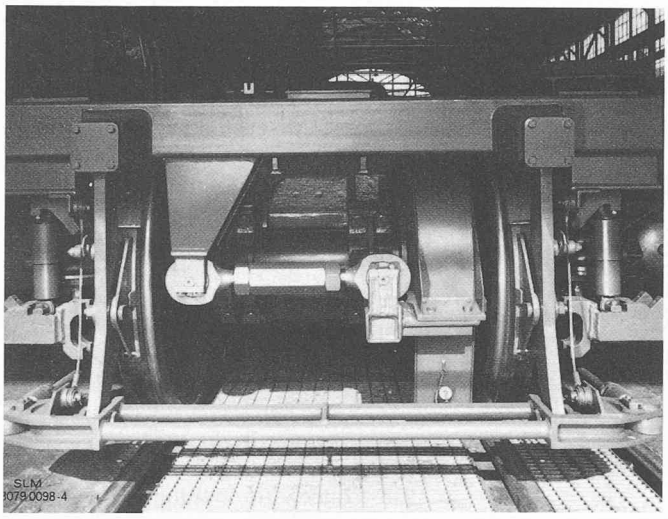


Fig. 6. — Partie frontale du bogie. On distingue la bielle qui maintient latéralement le moteur solidaire du cadre de bogie.

Fig. 7. — Cabine de conduite.

développement de la technique des semi-conducteurs. D'autre part, le frein électrique à résistance a été renforcé pour permettre de maintenir une vitesse constante de 80-90 km/h sur les pentes du tunnel (24-30‰) à l'aide de ce seul frein, dont la puissance passe à 1000 kW continus.

Les postes de commande sont équipés pour la commande à un seul agent. Les deux locomotives peuvent circuler en unités multiples; elles sont toutefois destinées à remorquer — et à pousser — des trains-navettes de huit wagons pour automobiles, avec voiture-pilote.

6. Expériences pratiques

Les retards intervenus dans le percement du tunnel de la Furka ont permis une expérimentation poussée des deux locomotives du FO sur le réseau du Chemin de fer rhétique (fig. 5). En effet, il était impossible de les mettre en service sur la ligne existante Brigue-Disentis, qui comporte de nombreuses rampes équipées de crémaillère, alors que le RhB ne comporte que des lignes à adhérence.

Il s'est ainsi confirmé que les nouvelles machines atteignaient bien les valeurs fixées par le cahier des charges, notamment en ce qui concerne le démarrage d'un convoi de 400 t en rampe de 30‰. Les innovations dans le domaine de la suspension se sont également révélées payantes, puisque les efforts exercés sur la voie ont correspondu à l'attente des constructeurs. La qualité et la stabilité du roulement ont été examinées à fond; les oscillations relevées, tant verticales qu'autour de l'axe transversal, ont été faibles. Les oscillations transversales et de lacet dépendent de façon sensible du profil de la roue et de l'état des amortisseurs.

Les fourgons automoteurs à crémaillère Deh 4/4^{II} du Furka-Oberalp

En 1972, le chemin de fer Furka-Oberalp avait mis en service cinq compositions-navettes entraînées par des fourgons automoteurs Deh 4/4^{I}. Le développement du trafic a conduit le FO à commander en 1976 une nouvelle série de quatre rames destinées aux mêmes services que les précédentes. Toutefois, les expériences recueillies avec la première série ont conduit à modifier quelque peu le cahier des charges pour la nouvelle commande, sans renoncer pour autant à une très large interchangeabilité.

1. Cahier des charges

Pour réduire le coût d'achat et rationaliser l'entretien, le FO a demandé que la nouvelle série de fourgons automoteurs présente le même équipement électrique que la première et que les bogies soient interchangeables entre les deux séries. En revanche, sur la base de l'expérience acquise, les exigences suivantes ont éé formulées, pour n'en citer que les principales:

— Caisse en acier au lieu d'alliage d'aluminium, en vue d'obtenir une meilleure résistance et des frais d'entretien réduits; le poids total devait rester identique.
— Meilleure visibilité pour le mécanicien.
— Confort accru par la diminution du bruit et des courants d'air, notamment.
— Meilleure accessibilité des équipements.
— Augmentation des charges remorquées sur le tronçon Brigue-Disentis.
— Adaptation aussi poussée que possible aux locomotives à adhérence Ge 4/4^{III} commandées en même temps (voir article précédent).

La construction des véhicules a été confiée à SLM pour la partie mécanique et à BBC pour l'équipement électrique (fig. 1 et 2).

L'exigence de construire la caisse en acier sans augmentation de poids a conduit à en diminuer la longueur par rapport aux fourgons automoteurs livrés en 1972 et à étudier une nouvelle disposition des équipements pneumatiques et électriques. Il a également été nécessaire d'abaisser le toit de 90 mm, pour aménager une hauteur suffisante afin d'y loger des résistances de freinage plus courtes mais plus hautes. Toutes ces modifications ont pu être apportées sans déplacement sensible du centre de gravité et en conservant une répartition uniforme des charges par essieu.

2. Généralités

La compatibilité avec le matériel roulant existant impliquait entre autres une sécurité au déraillement au moins égale à celle des fourgons Deh 4/4^{I}. Toutefois, la longueur réduite entre pivots de bogies était défavorable du point de vue de la stabilité longitudinale. Pour y remédier, le centre de gravité de la caisse a été abaissé, d'une part en montant d'importants éléments de l'équipement plus bas, d'autre part en gagnant du poids sur les garnitures intérieures.

La sécurité au déraillement[1] a été obtenue par l'augmentation du chanfrein des boudins de roues de 60 à 75° et par la réduction du porte-à-faux des extré-

[1] Voir *Stand- und Entgleisungssicherheit*, par G. Borgeaud, in Schweizerische Bauzeitung (1978).

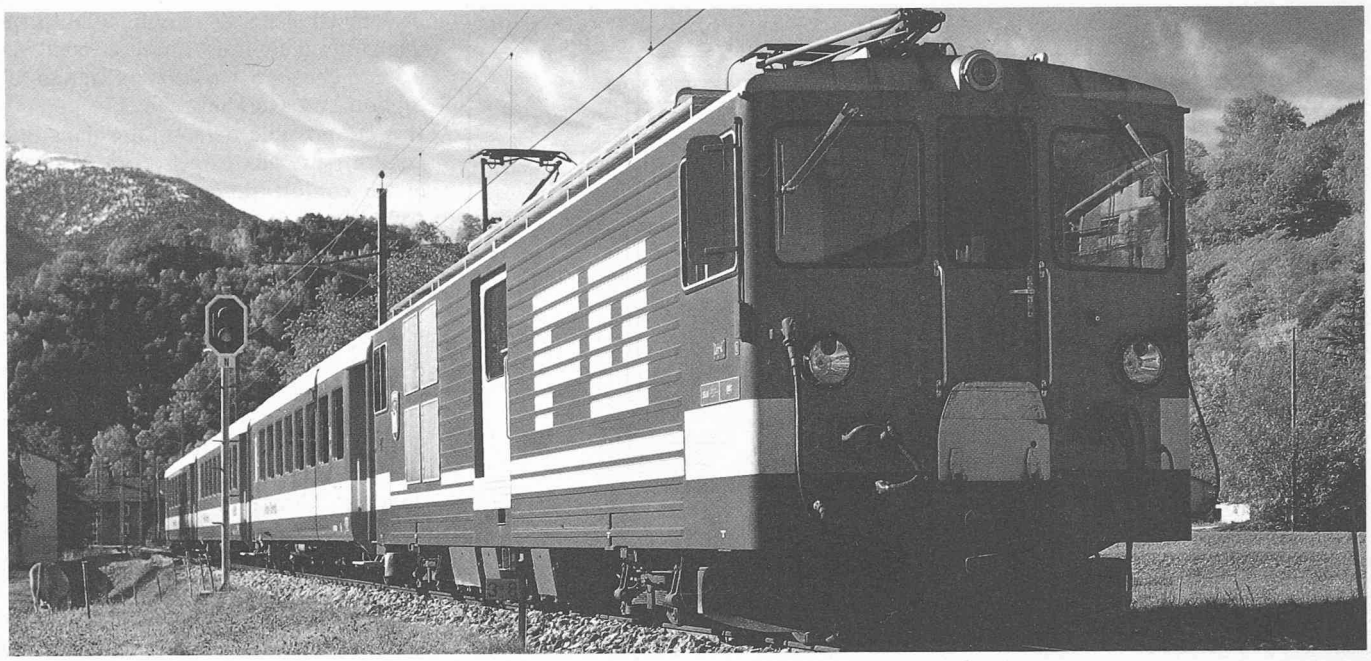


Fig. 1. — Fourgon automoteur Deh 4/4[II] en tête d'une rame réversible.

mités de caisse de 100 mm de chaque côté. Il convient également de remarquer qu'une caisse plus courte est moins sensible au vent latéral. Dans l'ensemble, la stabilité longitudinale a légèrement été augmentée, alors que la sécurité au déraillement dans les courbes s'accroissait de 5%.

Les facteurs de sécurité au déraillement ont été déterminés par l'analyse détaillée du comportement d'un convoi comprenant un fourgon automoteur, deux voitures intermédiaires et une voiture-pilote sur une rampe de 179‰ et dans une courbe de rayon minimum de 82,5 m. Un complément a porté sur un convoi augmenté d'une voiture remorquée, pour des rampes de 90 et 110‰ et un rayon de 80 m.

3. Caisse

Les exigences posées à la caisse sont sévères, tant en ce qui concerne la réalisation que la tenue en service. Les équipements les plus lourds (transformateur, batteries et résistances, totalisant environ 10 t) sont concentrés au milieu de la longueur du véhicule. De plus, il était requis de pouvoir relever une motrice ayant déraillé en la soulevant par l'extrémité de la caisse. Pour répondre à ces critères sans pénalité de poids, il fallu recourir à une caisse autoportante sur toute sa section. Comme les parois latérales présentent de nombreuses ouvertures (ventilation, porte du compartiment à bagages), les efforts de tamponnage et de remise sur rail (P et G, fig. 3) devaient être introduits dans le toit avant les ouvertures de ventilation. Cela a conduit à renforcer la paroi avec une diagonale soudée par points sur la tôle raidie par plissement. Une grande attention a également été vouée à une rigidité élevée de l'extrémité de caisse, tant pour l'introduction des forces longitudinales que pour la protection du mécanicien en cas de collision. Bien que les tôles employées soient minces (1,5 mm pour le plancher ondulé et les parois latérales

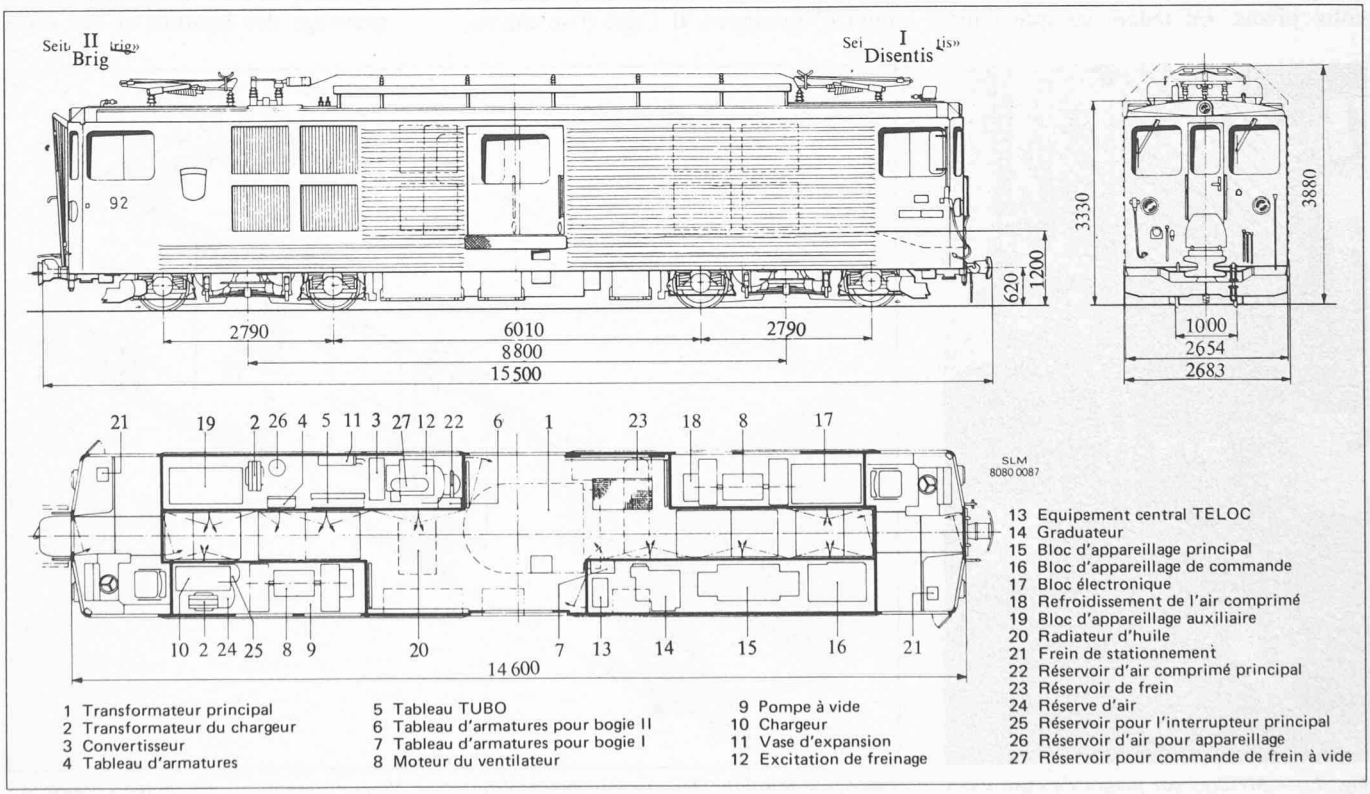


Fig. 2. — Plan-type du fourgon automoteur Deh 4/4 (nos 91-94).

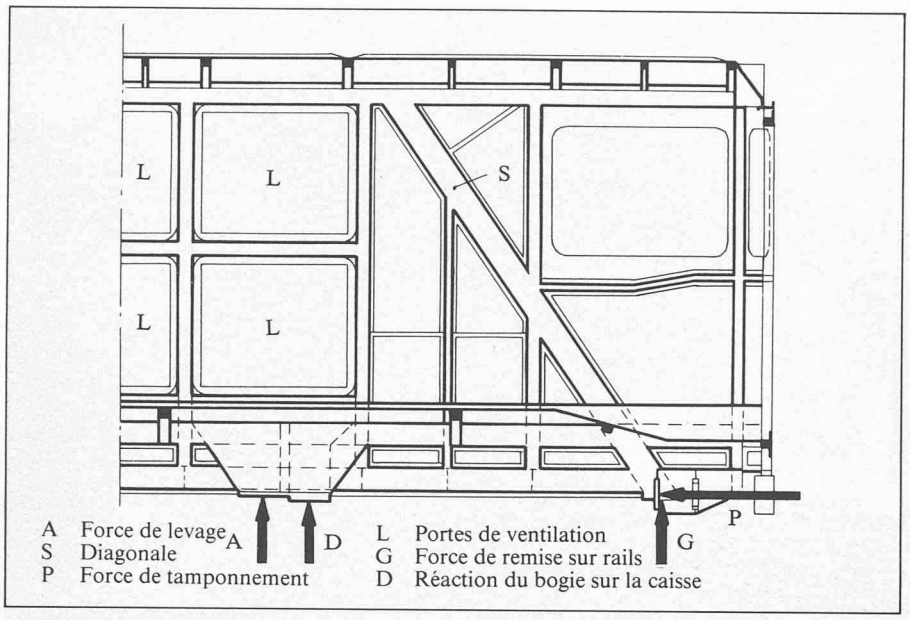


Fig. 3. — Coupe en long partielle de la caisse. Les charges sont indiquées.

nervurées; 1 mm pour le toit, également plissé), il a été possible de combiner une répartition régulière des contraintes, une rigidité et une résistance élevées ainsi qu'une tare réduite. Les parois plissées ont été peintes sans dressage ni masticage préalable, ce qui a permis de réduire les coûts de fabrication.

Ce souci d'économie se retrouve dans les formes simples, quelque peu «carrées» du véhicule.

La répartition des contraintes a été vérifiée à l'aide de jauges de contraintes sur une caisse nue lestée (fig. 4). De plus, la flèche au centre de la caisse a été mesurée sous charge quasi-statique (avec appui sur les pivots de bogies). La valeur relevée, soit 3,1 mm, est inférieure au chiffre usuel de 0,5-1‰ de la distance entre pivots. En tenant compte d'une surcharge dynamique de 25%, la contrainte maximum mesurée, 53 N/mm², se situe bien en dessous de la valeur admissible de 100 N/mm². La figure 5 montre la répartition des contraintes pour un cas extrême.

L'aménagement intérieur s'inspire également des principes de la construction légère. C'est ainsi, par exemple, que la conduite pour câbles est intégrée dans le plancher. De même, le canal en tôle d'acier destiné à la ligne pour la conduite en unités multiples, est soudé aux longerons du toit, contribuant à la résistance de l'ensemble (fig. 6 et 7).

Dans le souci de gagner du poids tout en amortissant bruits et vibrations, on a recouru pour la première fois à un matériau nouveau, commercialisé sous le nom d'*Alucopond*. Il s'agit d'un noyau de polyéthylène de 3 mm collé entre deux tôles d'alu traité anodiquement, de 0,5 mm chacune. Un revêtement anti-vibration s'est avéré superflu.

Il a été possible de satisfaire dans une large mesure aux exigences de visibilité et de confort posées aux cabines de conduite, bien qu'on ait renoncé aux pare-brise panoramiques de la série précédente (fig. 8). La diagonale incorporée à la paroi latérale a entraîné le remplacement de la fenêtre latérale abaissable par un modèle coulissant. L'accès au compartiment à bagages ne se fait plus par une porte pendulaire, mais par une porte assurant une bonne isolation thermique et acoustique, ne comportant pas de vitre. L'isolation de la cabine vers l'extérieur est réalisée par une couche de 12-15 mm de matériau minéral appliqué au pistolet.

L'aspect extérieur a été quelque peu amélioré par un schéma de peinture moderne, adapté à celui des nouvelles voitures (fig. 1).

4. Bogies

Il s'agit du même type que celui de la série précédente également livré par SLM en 1972 (fig. 9). Les expériences faites avec les fourgons automoteurs Deh 4/4[I] ont toutefois conduit aux modifications suivantes:

— remplacement des roues à rayon par des roues pleines, pour empêcher que les bandages ne déjantent;
— amélioration de la vidange des cylindres de frein pneumatique, afin de raccourcir le temps de réponse;
— déplacement sur le bogie (au lieu de la caisse) du réservoir d'huile pour le graissage des boudins et des roues

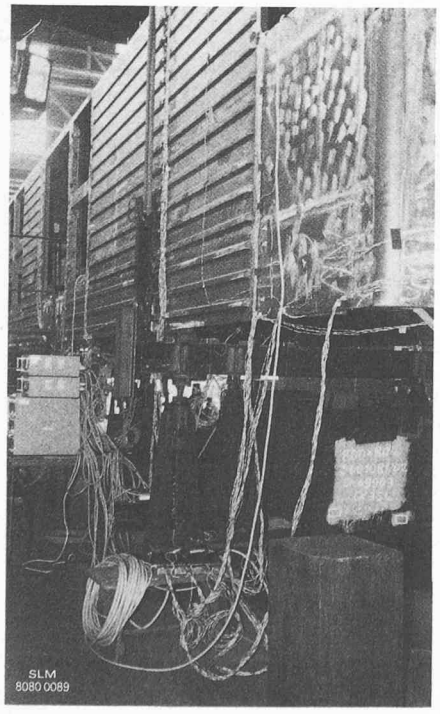


Fig. 4. — Mesures par jauges de contraintes sur la caisse brute.

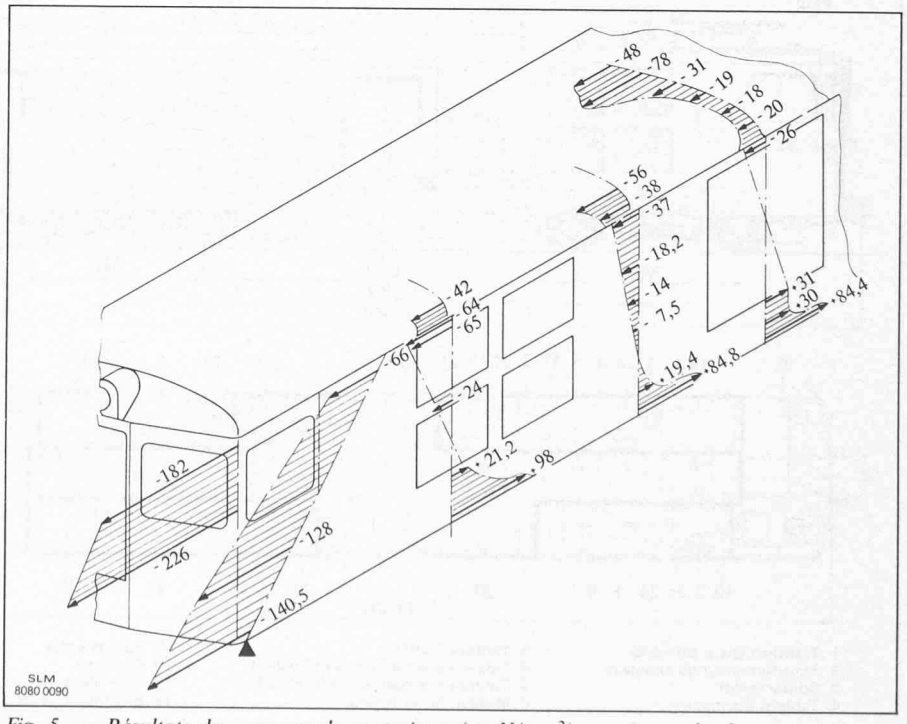


Fig. 5. — Résultats des mesures de contraintes (en N/mm²): paroi, cas de charge «remise sur rails».

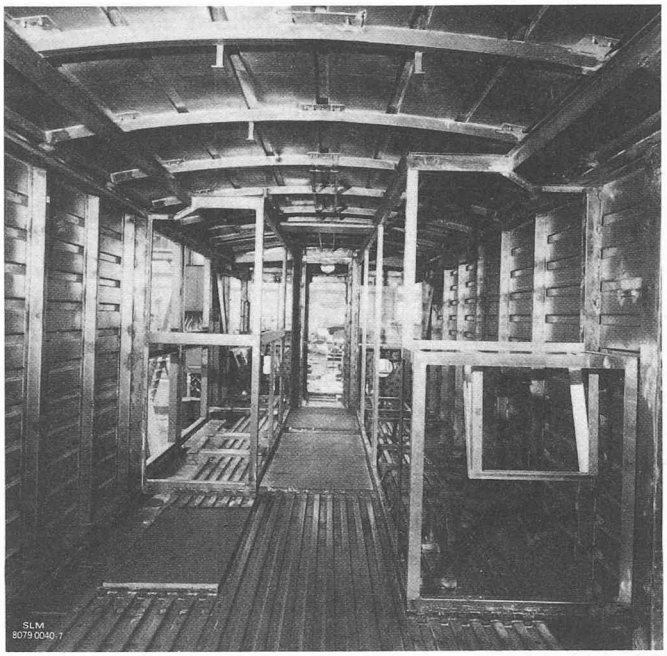


Fig. 6. — Vue intérieure de la caisse brute vers la cabine I; remarquer de part et d'autre du plancher les canaux pour câbles et conduites.

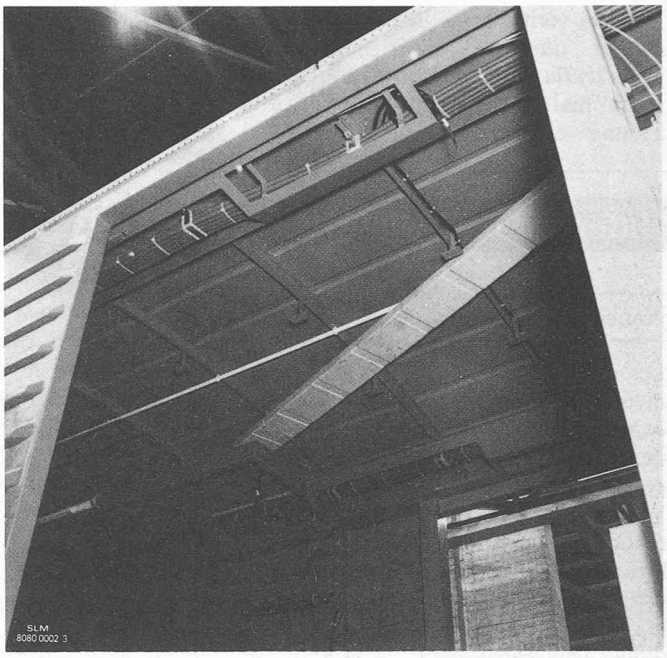


Fig. 7. — Vue partielle du toit avec câbles et conduites d'air comprimé en cours d'installation.

de la crémaillère, pour réduire le risque de souillures dans le véhicule;
— meilleure protection des câbles conduisant au moteur;
— adaptation à l'extension des systèmes de sécurité par le montage de deux aimants correspondant aux capteurs installés sur la voie.

5. Mise en service

La pesée du premier fourgon automoteur sorti d'usine a montré que sa tare était inférieure de 700 kg à la limite supérieure du cahier des charges (48,8 au lieu de 49,5). La mise en service de voitures plus lourdes a conduit le FO à envisager dès la mise en service des charges remorquées plus élevées que par le passé, exigence pour laquelle les performances de freinage sont déterminantes. La diminution du temps de réponse des freins a permis de freiner en toute sécurité un train de 114 t sur une pente de 179‰ (les fourgons Deh 4/4[I] emmènent des compositions de 104,6 t). Sur 110‰, ces valeurs peuvent être augmentées à 134 et 118 t respectivement.

Caractéristiques principales des fourgons automoteurs Deh 4/4[II] et des locomotives Ge 4/4[III]

	Deh 4/4[II]	*Ge 4/4[III]*
Ecartement	1000 mm	1000 mm
Disposition des essieux	Bo'Bo'	Bo'Bo'
Longueur hors-tout	15 500 mm	12 900 mm
Largeur	2863 mm	2864 mm
Hauteur pantographe baissé	2880 mm	3870 mm
Empattement des bogies	2790 mm	2600 mm
Distance entre pivots de bogies	8800 mm	6200 mm
Diamètre des roues	790 mm	1070 mm
Masses		
Partie mécanique	28,5 t	24 t
Partie électrique	21 t	26 t.
Tare	49,5 t	50 t
Charge utile	1,5 t	—
Vitesse maximum, adhérence	60 km/h	90 km/h
crémaillère (110‰)	20 km/h	—
Effort maximal à la jante	247,2 kN	178,5 kN
Puissance horaire	1032 kW	1700 kW
à	29,9 km/h	52 km/h

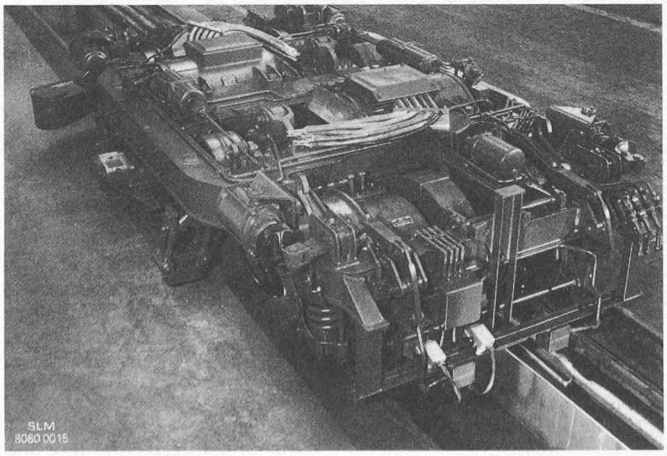


Fig. 8. — Bogie-moteur du fourgon automoteur Deh 4/4[II].

Fig. 9. — Cabine de conduite Deh 4/4[II].

Tant les vérifications liées à la mise en service que les expériences faites jusqu'ici (la dernière motrice à été livrée à fin mai 1980) n'ont donné lieu à aucune constatation négative. C'est donc avec confiance que le chemin de fer Furka-Oberalp peut envisager l'utilisation intensifiée de ce matériel roulant que va entraîner la mise en service du tunnel de base Oberwald-Realp.

La rédaction remercie tant la maison SLM que le chemin de fer FO d'avoir mis à disposition les documents et les illustrations ayant servi à la rédaction des trois articles ci-dessus.

Informations SIA

Nouvelles parutions

Les publications suivantes sont récemment sorties de presse et peuvent être commandées soit au secrétariat général de la SIA à Zurich, soit au secrétariat permanent de la SVIA à Lausanne. Veuillez utiliser le bulletin de commande en pages d'annonces. Les membres SIA et les bureaux inscrits dans la liste des bureaux d'études bénéficient de la remise habituelle à la condition d'indiquer leur appartenance à la SIA. Ne donnent pas lieu à la remise, le répertoire des mots-clés et la liste des normes. Les abonnés aux normes bénéficient d'un rabais supplémentaire de 10%.

Recommandation 384/1 « Installations de chauffage central à eau chaude. Performances requises à l'égard des installations thermiques dans les bâtiments ».

La recommandation 384/1 renseigne sur les performances techniques requises des installations de chauffage central à eau chaude. Elle fait une distinction entre les exigences minimales valables dans tous les cas et les valeurs indicatives à atteindre pour une utilisation rationnelle et optimale de l'énergie, tout en tenant compte de la rentabilité. Certains nouveaux systèmes d'énergie n'ayant pas encore pu être normalisés, une annexe fournit quelques indications sur les dispositifs à prévoir pour les intégrer dans un système de chauffe ou les adjoindre ultérieurement.

La norme 384/1 comprend 24 pages au format A4.
Prix: Fr. 42.—.

Recommandation 384/4 « Conduits de fumée dans le chauffage des bâtiments, détermination des sections. Terminologie, calcul et dimensionnement ».

La technique d'aujourd'hui en matière de chaudières et de brûleurs permet de ramener de 30 à 5% les déperditions de chaleur dues aux gaz de combustion qui peuvent atteindre des températures de 250 à 350 °C. Le volume des gaz à évacuer par les conduits de fumée a également été réduit. C'est pourquoi les conduits et tubes d'évacuation présentent des sections trop grandes s'ils ont été calculés d'après les méthodes antérieures et contreviennent aux directives de l'Office fédéral de protection de l'environnement concernant la salubrité de l'air. Les sections de conduits doivent être adaptées aux installations de chauffage pour permettre, sans subir de dommages, la mise en œuvre des technologies de chauffe améliorées. La plupart des conditions d'exploitations possibles dans la pratique se trouvent représentées dans les graphiques qui facilitent la tâche de l'architecte en lui permettant de calculer rapidement les dimensions des conduits de fumée.
La recommandation 384/4 comprend 20 pages au format A4.
Prix: Fr. 28.—.

Norme 385/1 « Qualités de l'eau et performances des installations de régénération de l'eau dans les piscines publiques ».

Cette norme, considérablement enrichie, remplace la norme 173 éditée en 1968. Les exigences chimiques et bactériologiques auxquelles l'eau des piscines doit répondre y ont été redéfinies et en partie adaptées aux critères adoptés pour les normes de la République fédérale allemande. Les exigences croissantes concernant la température et la qualité de l'eau ont pour effet d'augmenter le débit des échanges. En conséquence, les performances des installations de régénération de l'eau et les exigences concernant l'exploitation des piscines ont été sensiblement élargies et sont en partie devenues plus sévères. L'application de cette nouvelle norme offre toutes les garanties pour que l'eau des piscines soit irréprochable.
La norme 385/1 comprend 40 pages au format A4.
Prix: Fr. 64.—.

Deux instruments de travail complémentaires.

Deux nouveautés facilitent à l'usager le recours aux normes, de cas en cas.

Un *répertoire de mots-clés* vient de sortir de presse. Il s'agit d'une brochure de 8 pages au format A4 contenant 800 termes classés par ordre alphabétique avec les renvois aux normes et aux recommandations correspondantes.

La *table des matières* rééditée en mai 1982 remplace l'édition d'octobre 1981. Il s'agit de feuilles cartonnées au format A4 qui, placées dans les dossiers des normes, facilitent les recherches.

Prix du répertoire: Fr. 5.—; de la table des matières: Fr. 3.—.
Gratuits dans le cadre des abonnements aux normes.

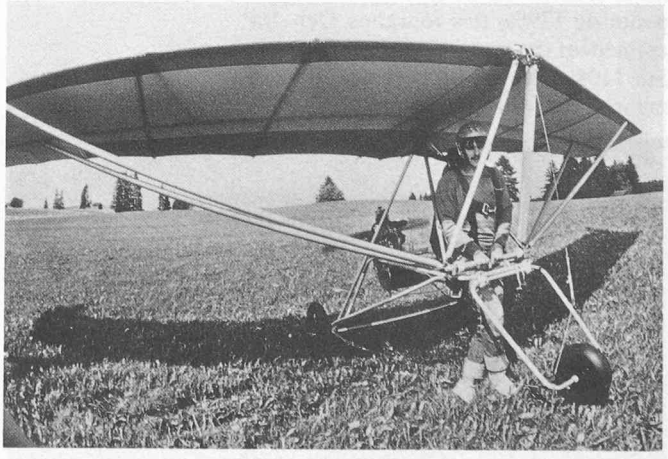
Industrie et technique

Un poids-plume dans les airs

Le « Firebird M-1 » est un avion à moteur ultra-léger construit en République fédérale d'Allemagne. Il s'agit en fait d'une aile delta à moteur. Cet appareil ultra-léger possède un moteur de 28 ch et un réservoir de 20 litres de carburant. Avec une consommation de 6,5 litres, il dispose donc d'une autonomie de vol de trois heures et peut voler à 80 km/h. La vitesse de croisière idéale est toutefois de 60 km/h, affirment les deux constructeurs amateurs. Cet avion ultra-léger ne pèse que 70 kg; on peut le monter ou le démonter en un quart d'heure pour le transporter facilement sur la galerie de toit d'une voiture. Les ailes delta à moteur sont très demandées en Allemagne et à l'étranger, et même les militaires s'intéressent déjà à cet engin ultra-léger.

L'aviation à moteur ultra-légère exerce également sa fascination en Suisse, où plusieurs appareils volent déjà. Toutefois, une étude est en cours pour fixer à cette activité les limites exigées par la sécurité tant de ses pratiquants que du reste du trafic aérien ou de la population au sol. En outre, une éventuelle prolifération de tels engins ne doit pas conduire à une extension des nuisances, au moment où l'aviation traditionnelle a su considérablement réduire les siennes.

Les conditions météorologiques de notre pays, fortement influencées par la topographie, font courir d'importants risques aux appareils ultra-légers; leur faible charge alaire les rend hautement sensibles aux courants ascendants ou rabattants ainsi qu'à la turbulence. De fait, l'avion ultra-léger pose des exigences particulièrement élevées à son pilote en ce qui concerne les connaissances météorologiques. L'intégration harmonieuse de ces nouveaux engins au trafic existant est également une condition inéluctable de leur développement. *Rédaction*



Le nouvel avion ultra-léger de Seeg, près de Munich, lors de vol d'essais.