

**Zeitschrift:** Ingénieurs et architectes suisses  
**Band:** 117 (1991)  
**Heft:** 15-16

**Artikel:** Voitures à caisse inclinable: les CFF poursuivent leurs essais  
**Autor:** Weibel, Jean-Pierre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-77625>

### **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>**

# Voitures à caisse inclinable : les CFF poursuivent leurs essais

Nous avons présenté ici les essais effectués sur le réseau des CFF et du BLS pour évaluer le système d'inclinaison de la caisse utilisé sur les trains italiens Pendolino, en vue d'une réduction des temps de parcours sur des lignes ferrées sinueuses, telles qu'on en trouve en Suisse<sup>1</sup>. Si nous avons été surpris par l'attitude pour le moins réticente affichée par M. Hans Eisenring, PDG des CFF, nous estimons toutefois qu'un supplément de prix de 25 % (en prix du matériel roulant, exprimé par place offerte) se justifiait difficilement par les modestes gains de temps, même sur des parcours aussi sinueux que Berne-Lucerne. C'est un système plus simple et moins onéreux que les CFF testent à la fin juin.

## Où la passivité constitue un avantage

On se souvient que le dispositif d'inclinaison de la caisse mis au point par Fiat est actif, c'est-à-dire qu'un système hydraulique piloté par un microprocesseur commande cette inclinaison en fonction de données fournies par des capteurs appropriés. Cette technique certes éprouvée, puisque déjà en service en Italie depuis trois ans, est onéreuse. Les systèmes passifs d'in-

clinaison de la caisse méritent d'être examinés, en termes de rapport coût-efficacité.

En effet, il faut se souvenir que le réseau ferré suisse - réputé sinueux - compte plus de 60 % de sa longueur sur

PAR JEAN-PIERRE WEIBEL,  
RÉDACTEUR EN CHEF

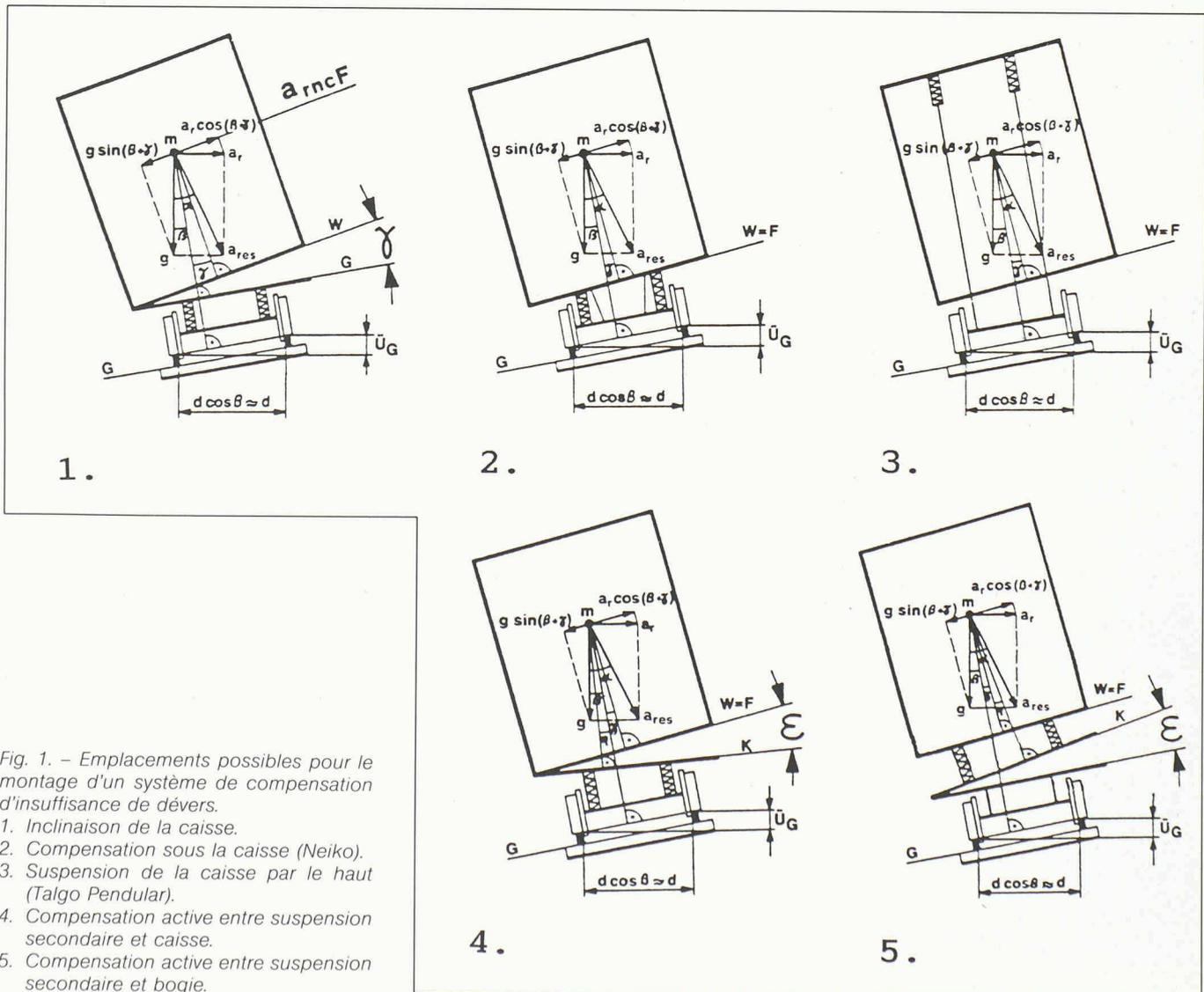
des tronçons en alignement droit. Une ligne apparemment aussi tourmentée que celle du Lötschberg présente entre Spiez et Brigue 56,2 % de lignes droites,

31 % seulement du trajet comportant des courbes entre 300 et 500 m de rayon. Difficile donc de rentabiliser un Pendolino !

On peut relativiser les gains de temps obtenus grâce à l'inclinaison de la caisse par l'exemple de la rame X 2000 mise en service par les SJ - les chemins de fer suédois - entre Stockholm et Göteborg. Ce nouveau matériel permet de gagner une heure entre les deux métropoles. Si l'on sait que cette ligne, longue de quelque 500 km, emprunte la ligne droite sur 78 % de sa longueur, on reconnaîtra que le gain est dû avant tout à la vitesse maximale de ce matériel, supérieure à celle des trains classiques, plutôt qu'à son comportement amélioré en courbe.

L'inclinaison de la caisse n'étant pas la panacée, mieux vaut donc que sa réalisation ne soit pas trop onéreuse. Le système Neiko (pour Neigungskom-pensation) proposé par SIG Neuhausen répond à ce souhait. Par des essais conduits sur les mêmes parcours que ceux qui ont servi à tester le Pendolino, les CFF et le BLS mettent à l'épreu-

<sup>1</sup>Voir IAS N° 6 du 6 mars 1991.



ve tant les caractéristiques techniques du système que son impact sur les voyageurs.

### Bases techniques du système Neiko

L'accélération latérale en courbe est limitée, sur un véhicule ferroviaire, par la sécurité au déraillement et par les exigences de confort. Pendant presque un siècle et demi, le dévers des voies en courbe a constitué le seul moyen d'augmenter la vitesse admissible tout en tenant compte de ces facteurs.

Les systèmes d'inclinaison passifs, comme sur le Talgo Pendular, ou actifs comme celui du Pendolino, permettent de relever la vitesse en courbe de 10 à 20 km/h tout en respectant les exigences mentionnées ci-dessus.

Les systèmes d'inclinaison peuvent se situer à différents niveaux du véhicule, comme le montre la figure 2. Il faut relever à ce propos que pour assurer un niveau élevé de confort, les voitures voyageurs sont équipées d'une double suspension: la suspension primaire entre essieux et bogies, la suspension secondaire entre bogies et caisse.

Le système Neiko se situe entre les bogies et la caisse et prend la place de la suspension secondaire. Il peut donc être monté entre une caisse et des bogies existants; indépendamment de ses caractéristiques, cela lui assure une excellente compatibilité avec les matériels existants, contrairement aux systèmes Pendolino, X 2000 ou Talgo Pendular, qui présupposent un matériel roulant spécifique.

Ce choix de SIG n'est pas le fruit du hasard: cette maison suisse s'est concentrée depuis plusieurs années sur le développement et la construction de bogies, avec des succès techniques et commerciaux remarquables, tant sur le plan international que dans notre pays. C'est ainsi qu'elle a mis au point une famille de bogies dits modulaires, se prêtant aussi bien à l'utilisation sur des véhicules moteurs que sur du matériel remorqué. Les bogies des voitures suisses de type IV en sont un exemple familier.

L'idée à la base de Neiko est de compenser le défaut de dévers en combattant la tendance de la caisse à s'incliner vers l'extérieur de la courbe par un quadrilatère transversal articulé, faisant fonction de suspension pendulaire fictive, appuyé par deux accumulateurs pneumatiques transversaux, qui transfèrent automatiquement leur énergie de façon à obtenir l'inclinaison souhaitée. La suspension secondaire pneumatique sert d'amortisseur et de stabilisateur, évitant en ligne droite toute oscillation parasite autour de la position neutre du système.

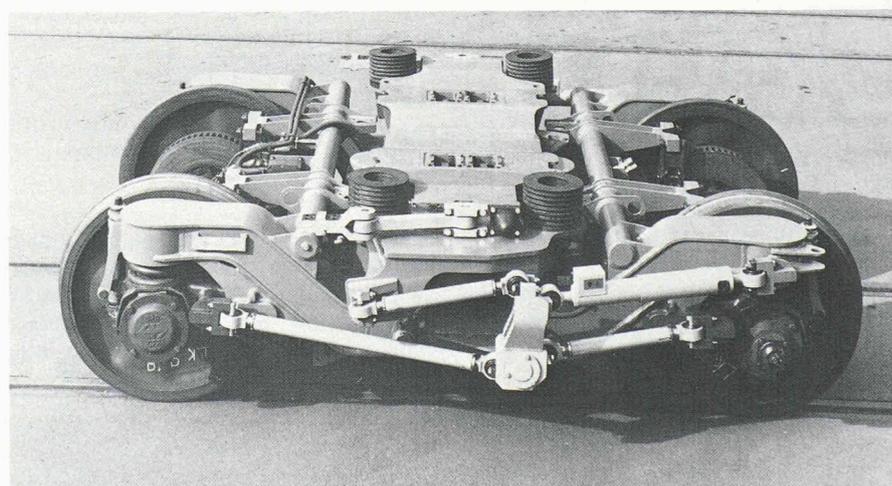
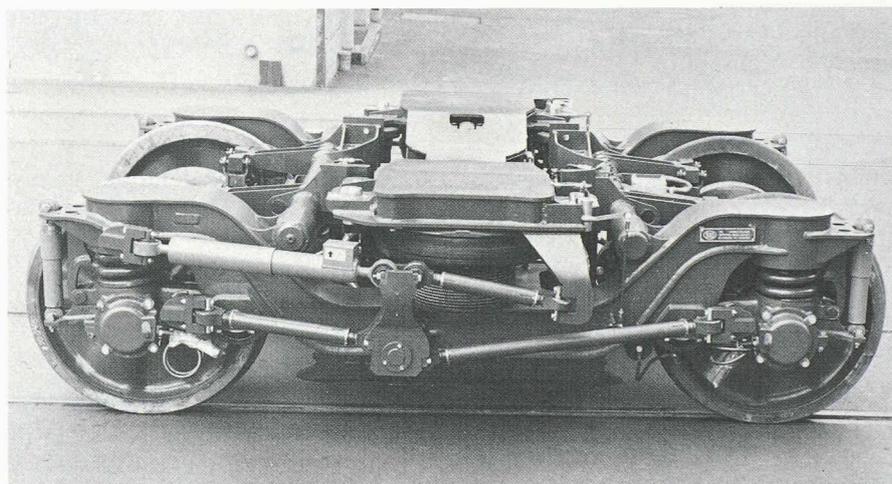
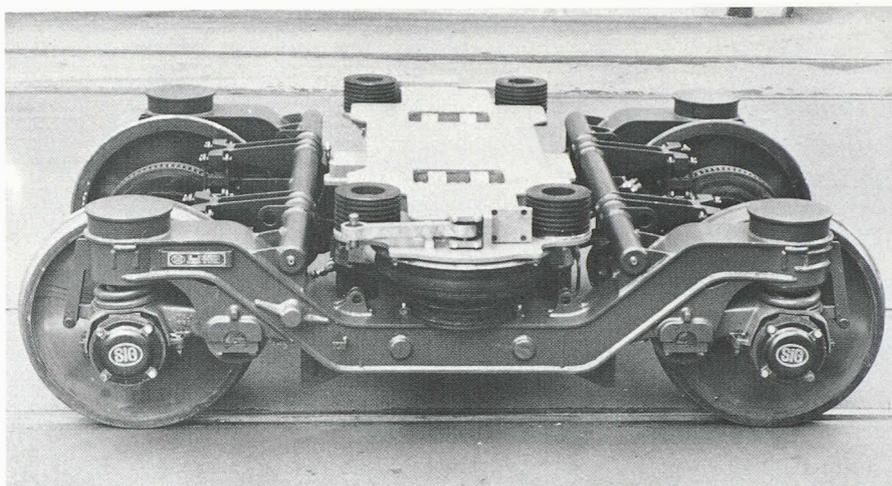


Fig. 2. - Conception modulaire. De haut en bas:  
- bogie SIG équipé du système Neiko  
- bogie SIG équipé du système Navigator  
- bogie SIG équipé de la combinaison Neiko-Navigator.

### Un complément: le système Navigator

Il est évident que l'élévation de la vitesse en courbe entraîne une sollicitation accrue de la voie et du train de roulement, les efforts latéraux augmentant avec le carré de la vitesse. On se préoccupe depuis longtemps de réduire les interactions rail/roue; les particularités de leur réseau ont conduit les CFF à des recherches

approfondies, dont les résultats se sont traduits par un matériel moteur «doux» pour la voie, notamment équipé d'un guidage latéral élastique des essieux sur les Re 4/4II et Re 6/6. Avant la guerre déjà, des automotrices suisses furent équipées de bogies dont les essieux étaient munis d'un système mécanique de guidage les plaçant automatiquement dans la direction du rayon des courbes. Cette solution n'a alors pas connu de grande diffusion: venait-elle avant son heure?



Fig. 3. – Un véhicule familier pour les essais: la voiture CFF type IV.

Donnant suite à un appel d'idées international, SIG a récemment développé un système – le Navigator – visant le même but. Toujours fidèles à leur conception modulaire, les ingénieurs schaffhousois ont mis au point un dispositif pouvant équiper les bogies existants (et futurs), sans modification de la caisse des voitures. Le guidage est assuré par un système de bielles entre les essieux, la traverse danseuse et la caisse (fig. 2), qui aligne les essieux sur le centre de la courbe. Le dispositif se situe entièrement dans le profil admissible pour le matériel roulant.

Il s'agit là d'un complément logique du système Neiko, puisqu'il permet, par la réduction des interactions rail-roue, d'en minimiser les impacts sur l'infrastructure et d'en réduire les frais d'entretien. Accessoirement, il permet d'éliminer les grincements et sifflements particulièrement agaçants qui se produisent fréquemment dans les courbes de faible rayon.

Il est intéressant de noter que ce système est efficace aussi bien dans les courbes que lors d'oscillations sinusoïdales dues au jeu entre roues et rail. Il est vraisemblable qu'il sorte vainqueur du concours international déjà mentionné.

Un mot sur les impressions du voyageur (en attendant les résultats collectés par les CFF et le BLS) : sur le parcours Spiez-Kandersteg, effectué à 20 km/h au-dessus des limites fixées au matériel traditionnel, on ne remarque strictement rien de particulier.

N'est-ce pas le jugement le plus positif qu'on puisse porter sur la combinaison Neiko-Navigator?

La raison des essais sur la ligne du BLS est intéressante: il s'agit d'un tracé défini une fois pour toute, aucune amélioration n'étant plus possible, mais devenu par le doublement de la

voie un axe majeur de transit par la Suisse. La diminution du temps de parcours y revêt la même importance que sur le Saint-Gothard, par exemple.

### Le prix de la vitesse et du confort

On se souvient que le Pendolino entraîne une augmentation du coût du matériel roulant, rapporté à la place assise, estimée à 25%. La combinaison Neiko-Navigator revient, à l'acquisition, à environ 100 000 francs par voiture. Il convient en outre de tenir compte de la diminution des frais entraînés par l'usure, grâce au système Navigator, et à l'économie réalisée par les gains de temps de parcours, le matériel roulant étant mieux utilisé.

A notre avis, l'atout principal de cet équipement est d'être complémentaire du matériel roulant traditionnel: à l'exception des deux systèmes Neiko et Navigator – en soi très simples –, fabrication et entretien des voitures restent inchangés et recourent aux outillages et équipements existants.

Nous reviendrons prochainement sur les conséquences possibles de l'introduction de voitures à compensation d'inclinaison sur le projet Rail 2000. Sans attendre de tels systèmes une révision de Rail 2000, on peut d'ores et déjà affirmer qu'une issue positive des essais de la combinaison Neiko-Navigator permettrait d'améliorer sensiblement l'attrait du réseau ferré suisse de demain, et cela à peu de frais.

D'autre part, on peut imaginer qu'une fois la preuve administrée que les objectifs visés sont atteints, SIG verrait s'ouvrir des marchés intéressants au niveau international. Cela suppose évidemment que les CFF sortent de la réserve affichée lors de la présentation des essais du Pendolino, en hiver dernier.

Jean-Pierre Weibel