

# La maintenance des lignes de contact aux CFF

Autor(en): **Ryhen, H. / Furrer, B. / Wagner, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **78 (1987)**

Heft 5

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-903829>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# La maintenance des lignes de contact aux CFF

H. Ryhen, B. Furrer, E. Wagner

**Par rapport à un réseau d'alimentation générale, l'exploitation du réseau lignes de contact CFF présente un certain nombre de particularités. La maintenance revêt un rôle primordial parmi la palette des mesures assurant la qualité. L'introduction des procédés de l'auscultation périodique du réseau ainsi que la systématisation des circulations avec la voiture de mesure permettent d'assurer la fiabilité du réseau lignes de contact exigée, cela tout en augmentant les sollicitations auxquelles les installations sont soumises.**

**Der Betrieb des Fahrleitungsnetzes der SBB weist gegenüber demjenigen der allgemeinen Stromversorgung verschiedene Besonderheiten auf. Im Rahmen der Qualitätssicherungsmassnahmen hat die Instandhaltung einen grossen Stellenwert. Die Einführung der periodisch durchgeführten Fahrleitungsuntersuchungen sowie die Systematisierung der Messwagenfahrten erlauben es, auch bei laufend zunehmender Beanspruchung der Anlagen die geforderte Zuverlässigkeit sicherzustellen.**

## Adresses des auteurs

Henri Ryhen, CFF Division des Travaux I, 1000 Lausanne.

Beat Furrer, Furrer + Frey, Fahrleitungsbau, 3000 Bern.

Eric Wagner, CFF Division des Travaux de la Direction générale, 3030 Berne.

## 1. Introduction

Les CFF exploitent un réseau d'environ 7300 km de voies dont plus de 90% (99,7% des voies principales) sont électrifiées en courant alternatif 15 kV/16 $\frac{2}{3}$  Hz. L'alimentation de ce réseau est assurée par une trentaine de sous-stations et environ 800 postes de sectionnement de gare, la quantité d'énergie échangée en 1985 se montant à 1600 millions de kWh. La maintenance de ce réseau de surface extrêmement étendue est d'importance capitale pour l'exploitation du chemin de fer, ceci pour les raisons suivantes:

- Le passage des trains ainsi que la captation du courant au moyen de pantographes à des vitesses allant jusqu'à 160 km/h soumet les équipements à des contraintes dynamiques incomparables à celles qui peuvent apparaître dans des réseaux de distribution «conventionnels».

- Les effets dynamiques dus aux conditions climatiques telles que vents, givre, etc. influencent directement l'exploitation (par exemple dérangement dû au «déraillement» du pantographe à la suite d'un fort vent latéral).

- L'exploitation de lignes aériennes à l'intérieur de tunnels exige des mesures particulières en ce qui concerne la protection contre la corrosion.

- Par rapport à d'autres causes de perturbations de la circulation des trains telles que signaux, freins, locomotives, aiguilles, etc., les dérangements à la ligne de contact (caténaire) sont très peu nombreux, environ un dérangement par 100 km et par année. Par contre, les conséquences d'un tel dérangement sont souvent désastreuses parce que la durée de remise en état (par exemple lorsque plusieurs centaines de mètres de lignes ont été arrachées) est relativement longue. Des mesures au niveau du schéma d'alimentation électrique (boucles, déclenchement automatique d'une voie,

etc.) permettent en général de limiter la zone perturbée mais ne sont que d'une utilité relative.

La conception de la maintenance du réseau des lignes de contact CFF est basée sur les recommandations éditées par l'Union internationale des Chemins de fer (UIC), fiche N° 791 «Amélioration des méthodes d'entretien des caténaires». Entre autres, cette fiche prévoit pour le contrôle à titre préventif du bon état et du comportement des caténaires (lignes de contact) les mesures suivantes:

- des inspections
- des circulations de mesures, effectuées à intervalles réguliers
- des auscultations.

Ces trois procédés de maintenance décrits par la suite sont complémentaires et doivent être situés dans le cadre des nombreuses normes et prescriptions émises et appliquées par les CFF (dans les domaines de la conception, de l'exécution, des essais de réception et de mise en service, de l'entretien et de la maintenance des installations et du matériel chemin de fer), l'objectif de tous ces contrôles étant de garantir la fiabilité exigée par les clients.

## 2. Inspection de la caténaire

Les inspections permettent de déterminer grossièrement l'état des caténaires. Ce sont des contrôles fréquents à pied ou en véhicule qui incluent également des observations du comportement des pantographes.

En général, les inspections sont effectuées avec les caténaires sous tension par des spécialistes particulièrement qualifiés et expérimentés.

## 3. Circulations de mesures

Les circulations de mesures se font à l'aide de la voiture de mesure lignes de

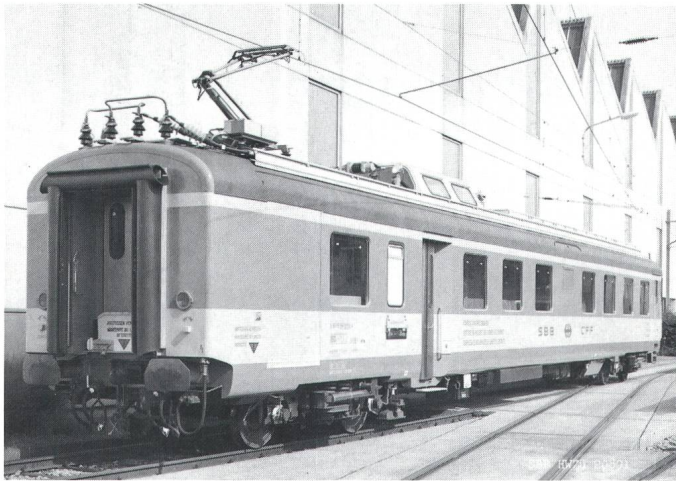


Figure 1  
Voiture de mesure  
des lignes de contact

contact (fig. 1). Celle-ci sert en outre au contrôle et aux essais de réception des installations lignes de contact, à des essais en rapport avec le développement de nouveaux éléments de construction de la ligne de contact et de pantographes, ainsi qu'à des mesures diverses, comme par exemple des mesures en rapport avec l'introduction du téléphone public dans les trains.

Dans le cadre de la maintenance, les circulations de mesures permettent d'atteindre les objectifs suivants:

- détecter aussi rapidement que possible les points critiques susceptibles de causer des dérangements en régime dynamique,
- vérification des installations de lignes de contact en ce qui concerne le respect des dispositions légales en régime quasi-statique,
- relevé de l'état général de la ligne de contact en vue de la programmation de travaux d'entretien et de renouvellement.

Les circulations de mesures sont réparties sur deux campagnes de mesures par année. Afin de trouver les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire les plus sévères pour les installations lignes de contact, la première campagne est menée en hiver et de nuit (températures basses); l'autre s'effectue en été et entre midi et dix-huit heures (températures hautes).

Lors d'une campagne de mesures, le convoi parcourt toutes les voies directes d'un arrondissement (les CFF sont constitués de trois arrondissements) à la vitesse admissible maximale (80-160 km/h) ainsi que partiellement à 40 km/h pour les relevés quasi-statiques (position du fil de contact au repos). De cette manière, les lignes de contact de chaque arrondissement

sont observées une fois tous les 18 mois, et cela alternativement une fois en hiver et une fois en été.

A cause de la liaison haute tension (15 kV/16 $\frac{2}{3}$  Hz) entre la locomotive et la voiture de mesure nécessaire à la mesure, les courses sont organisées par train spécial.

Mis à part le personnel servant la voiture (1 ou 2 personnes), ces circulations sont accompagnées par les chefs de secteurs lignes de contact (responsables de l'exploitation et de l'entretien des lignes de contact d'un secteur) ainsi que de leur supérieur direct (ingénieur des lignes de contact). Les tronçons et points critiques sont dépouillés directement dans la voiture à l'aide de bandes graphiques et vidéo et les mesures à prendre décidées. Il n'y a plus de rapport écrit quelconque à établir. L'enregistrement numérique de toutes les valeurs de mesure sur bande magnétique permet un dépouillement ultérieur automatisé en vue de l'établissement de programmes d'entretien et de renouvellement.

### 3.1 Equipements de la voiture de mesure

En raison du caractère des mesures, la voiture de mesure des lignes de contact est pourvue d'aménagements particuliers (fig. 2) tels que dôme d'observation, pantographe de mesure, cellule haute tension permettant de réaliser différents schémas haute tension selon le type de mesure ainsi que d'un poste de conduite permettant le refoulement du train (réseau CFF ainsi que quelques chemins de fer privés).

La voiture étant opérationnelle dans toute la Suisse et souvent de nuit, elle est, outre la salle de mesure (fig. 3),

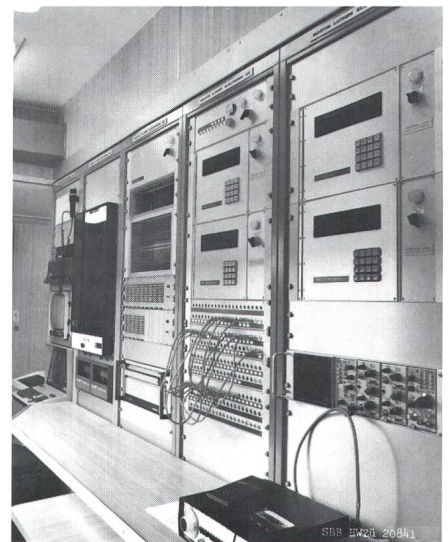


Figure 3 Vue de la salle de mesure

De droite à gauche:

- les quatre systèmes de mesure
- tableau d'interconnexion
- calculateur central (en haut)
- oscillographe à pinceau lumineux
- enregistreur numérique et le lecteur de cassettes
- terminal et imprimante
- dessus le système vidéo

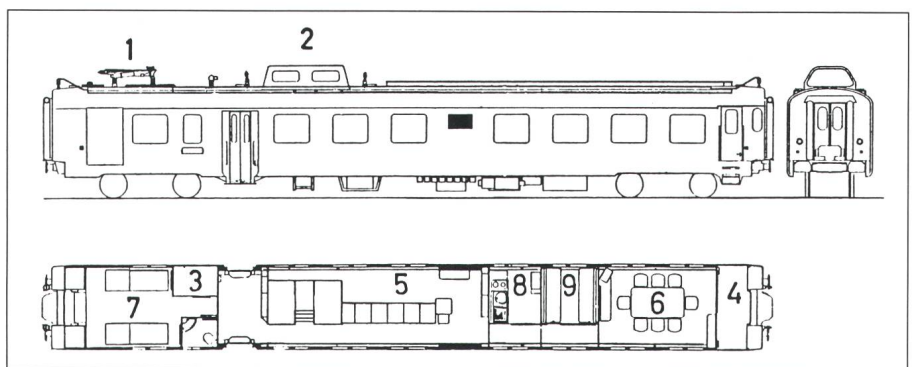


Figure 2 Voiture de mesure des lignes de contact

- |   |                       |   |                       |
|---|-----------------------|---|-----------------------|
| 1 | pantographe           | 6 | salle de conférences  |
| 2 | dôme d'observation    | 7 | atelier               |
| 3 | cellule haute tension | 8 | cuisine               |
| 4 | poste de conduite     | 9 | compartiment de repos |
| 5 | salle de mesure       |   |                       |

équipée d'une salle de conférences destinée au dépouillement immédiat, d'un atelier permettant l'exécution de travaux de préparation et d'entretien ainsi que d'une cuisine et d'un compartiment de repos.

L'alimentation en énergie électrique est possible soit à partir du pantographe de la voiture (15 kV/16 $\frac{2}{3}$  Hz), soit à travers la conduite de chauffage du train (1000 V/16 $\frac{2}{3}$  Hz), soit dans une mesure limitée par un groupe électrogène. L'alimentation des équipements de mesure est assurée à travers un onduleur statique alimenté par la batterie du véhicule, celle des installations annexes au moyen d'un convertisseur rotatif (1000 V, 16 $\frac{2}{3}$  Hz / 3x380 V, 50 Hz).

### 3.1.1 Paramètres mesurés, performances

Pour pouvoir remplir le cahier des charges défini par le mode d'exploitation, les grandeurs de mesures suivantes sont nécessaires:

- la hauteur du fil de contact au-dessus du plan de roulement,
- le désaxement du fil de contact par rapport à la voie,

- la force de contact entre le pantographe et le fil de contact,
- les conditions qui régissent le contact entre caténaire et pantographe, c'est-à-dire les grandeurs telles que la tension de la caténaire, le courant primaire, les arcs électriques,
- un système complet d'enregistrement tachygraphique permet d'attribuer chaque valeur de mesure à un point précis du parcours,
- l'observation visuelle du comportement du pantographe reste capitale.

Du fait de la suspension du véhicule, la plate-forme de mesures se trouve en mouvement par rapport à la voie, aussi les valeurs enregistrées pour la hauteur et le désaxement du fil de contact doivent-elles être corrigées par des valeurs de mesure secondaires. L'acquisition des données ainsi que leur attribution exacte au lieu correspondant le long du tronçon de voie parcouru est assurée jusqu'à une vitesse de 200 km/h. Selon la grandeur de mesure, l'échantillonnage se fait tous les 10 cm, tous les 1 m du parcours ou toutes les 2 ms.

### 3.1.2 Fonctionnement (fig. 4)

La saisie des données repose entièrement sur le fichier de ligne, établi préalablement et enregistré sur cassettes à bande magnétique. Ce fichier contient les données invariables relatives au tronçon de ligne examiné, telles que:

- les itinéraires disponibles en pleine voie et dans les gares,
- les points fixes servant à la correction du relevé de la ligne et à la subdivision des tronçons de mesures,
- les informations sous forme de texte (noms des gares, commentaires, etc).

Le système de saisie des données peut fonctionner aux régimes suivants, appliqués en liaison avec le fichier de ligne:

*Etablissement et traitement du fichier de ligne:* Ce mode opératoire permet d'établir le fichier de ligne et de le corriger ultérieurement, par l'exploitation interactive du terminal en liaison avec l'ordinateur central et le double dérouleur de cassettes (pos. 26).

*Mesure automatique:* Les valeurs fournies par les quatre systèmes de mesure (hauteur, désaxement, grandeurs électriques, tachygraphe, fig. 4, pos. 5, 7, 13, 17) sont, avec les informations tirées du fichier de ligne, enregistrées sur bandes magnétiques (pos. 22) en vue de leur analyse ultérieure. L'ensemble de ces enregistrements est commandé et coordonné par l'ordinateur central. Le déroulement de la saisie des valeurs de mesure peut être partiellement influencé par l'introduction de données dans le terminal. Le tableau d'interconnexion des signaux permet la représentation graphique directe de toutes les valeurs de mesure, à l'aide de l'oscillographe à pinceau lumineux (fig. 4, pos. 24; fig. 5).

*Mesure manuelle:* Les quatre systèmes précités travaillent alors de façon entièrement autonome, indépendamment de l'ordinateur central. Les valeurs de mesure ne sont pas enregistrées sur bandes magnétiques. Ce mode opératoire sert pour les courses de contrôle spéciales effectuées sur des tronçons sans fichier de ligne. Toutes les valeurs de mesure sont disponibles au tableau d'interconnexion des signaux analogiques (pos. 23).

*Interprétation:* Les données enregistrées sur bandes magnétiques (pos. 22) durant la course de mesure sont lues dans l'ordinateur central, qui recherche les dépassements des valeurs

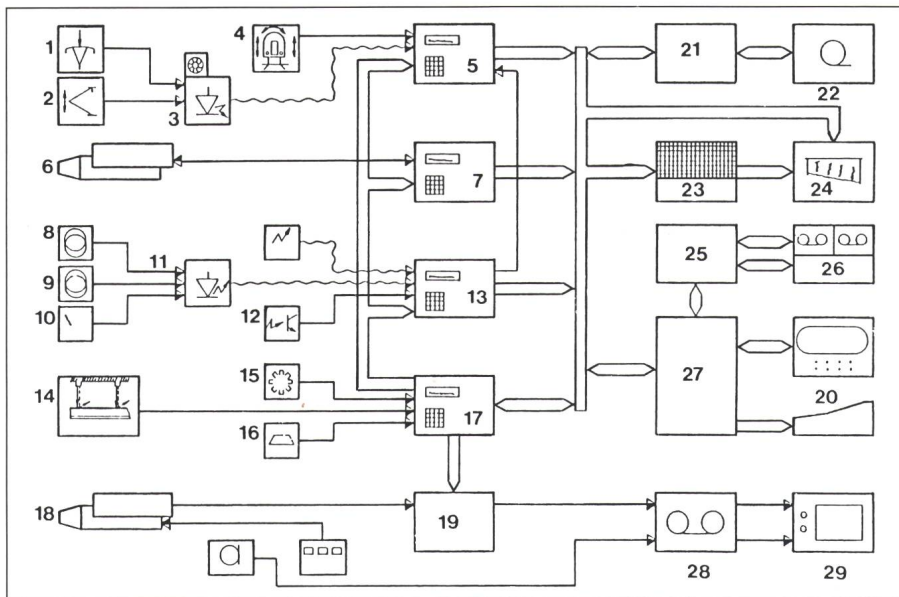


Figure 4 Schéma bloc de la mesure

- |  |  |
|--|--|
| 1 mesure de la force de contact                        | 16 mesure des aimants de voie          |
| 2 mesure du déploiement du pantographe                 | 17 calculateur de mesure «tachygraphe» |
| 3 microprocesseur/convertisseur (au potentiel 15 kV)   | 18 caméra vidéo du dôme                |
| 4 mesure des mouvements latéraux de la voiture         | 19 mélangeur/générateur de caractères  |
| 5 calculateur de mesure «hauteur du fil de contact»    | 20 terminal et imprimante              |
| 6 caméra LCD   | 21 interface enregistrement numérique  |
| 7 calculateur de mesure «désaxement du fil de contact» | 22 enregistrement numérique            |
| 8 mesure de la haute tension                           | 23 tableau d'interconnexion analogique |
| 9 mesure du courant primaire                           | 24 oscillographe                       |
| 10 mesure des hautes fréquences                        | 25 interface «fichier»                 |
| 11 microprocesseur/convertisseur                       | 26 lecteur de cassettes «fichier»      |
| 12 mesure optique des arcs électriques                 | 27 calculateur central                 |
| 13 calculateur de mesure «grandeurs électriques»       | 28 enregistreur vidéo                  |
| 14 mesure du chemin parcouru et de la vitesse          | 29 moniteur vidéo                      |
| 15 mesure du nombre de tours de la roue                |  |

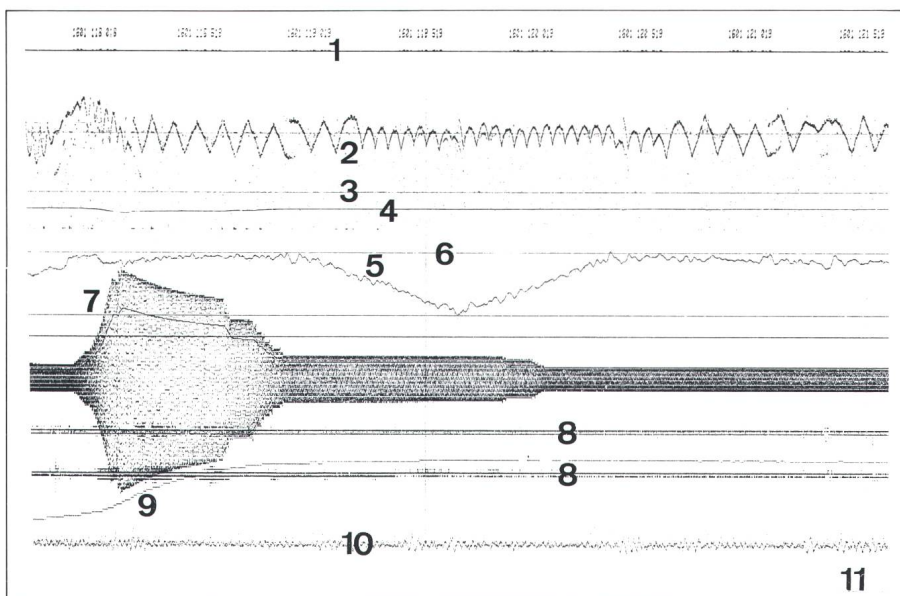


Figure 5 Représentation graphique directe des valeurs mesurées

- |   |   |
|---|---|
| 1 numéro de la gare et kilomètre (position), 500 m entre deux inscriptions              | 6 ligne zéro pour la représentation des interruptions de la tension primaire (décollement du pantographe) |
| 2 désaxement du fil de contact (environ $\pm 25$ cm)                                    | 7 courant primaire instantané et efficace   |
| 3 ligne zéro pour la représentation des arcs électriques                                | 8 signaux reçus par les aimants de l'appareil de sécurité (magnétisation du rail)                         |
| 4 tension primaire (valeur efficace)  | 9 vitesse   |
| 5 hauteur du fil de contact au-dessus de la voie (amplitude représentée: environ 60 cm) | 10 mouvements verticaux de la voiture de mesure (environ 20 mm)   |
|   | 11 relevé de l'état des signaux (repérage du kilomètre)   |

limites. Ces valeurs limites ainsi que l'étendue des tronçons à contrôler sont déterminées par l'opérateur du terminal. Le résultat de l'opération est consigné dans un procès-verbal, tandis que les dépassements des valeurs limites sont inscrits à leur point exact dans le fichier de ligne. Les valeurs de mesure sont en outre disponibles au tableau d'interconnexion en représentation ralentie.

**Enregistrement vidéo:** Une caméra de télévision installée dans le dôme d'observation du véhicule permet d'enregistrer les mouvements du pantographe sur bande vidéo, en vue de leur interprétation visuelle à vitesse normale, au ralenti ou image par image. Le commentaire enregistré sur bande sonore ainsi que l'indication du lieu exact fournie par l'ordinateur central disponible en surimpression permettent un dépouillement rapide et efficace à l'aide d'un second équipement vidéo (installé dans la salle de conférences) pendant l'enregistrement des données du tronçon suivant (fig. 6).

**Mesure de la hauteur du fil de contact:** Cette hauteur est déterminée à l'aide de potentiomètres à partir de plusieurs valeurs de mesure: angle du

pantographe, compression du ressort de l'archet, compression des ressorts du véhicule. La transmission des valeurs mesurées dans la zone de haute tension du pantographe a lieu par un câble en fibre optique pour franchir la distance d'isolement.

L'alimentation du microprocesseur situé au potentiel du pantographe est assurée par un groupe turbine-génératrice alimenté à l'air comprimé.

**Mesure du désaxement du fil de contact:** Cette caractéristique est mesurée optiquement. Une caméra spéciale de télévision, avec capteur d'image à semi-conducteur, enregistre l'angle que forment le fil de contact et l'axe vertical du véhicule. La position absolue par rapport à la voie est déterminée en fonction de la hauteur du fil et du roulis de la voiture. Le signal fourni par la caméra permet aussi de reconnaître les supports de caténaire.

**Mesure des conditions de contact:** Par le pantographe, la tension du fil de contact parvient à un transformateur, où la courbe de tension effective côté secondaire est comparée à la courbe idéale. Le contrôle des écarts permet de reconnaître les chutes et les coupures de tension. Un détecteur optique

enregistre les arcs électriques entre pantographe et fil de contact.

**Mesure du parcours, repérage de la position exacte:** Le chemin parcouru est mesuré à l'aide du système Hasler EOS - dont le palpeur explore directement la surface du rail sans entrer en contact avec elle - et d'un second système indépendant du premier, qui enregistre les tours de roues. Les erreurs de mesure de ces deux systèmes sont corrigées au moyen des signaux qu'émet un dispositif spécial excité par les aimants de voie de l'appareil d'arrêt automatique des trains.

### 3.2 Expériences et rentabilité du procédé

Les circulations de mesures systématiques à l'aide de la nouvelle voiture de mesure sont exécutées depuis l'été 1983. Durant cette période, il a été constaté que le nombre de dérangements de lignes de contact a nettement diminué. Cependant, cette période est statistiquement parlant trop courte pour que ces résultats soient significatifs, d'autant plus que d'autres mesures telles que l'auscultation ont été introduites durant la même période.

Pour obtenir néanmoins un ordre de grandeur des économies faites grâce au dépistage précoce de sources de dérangements potentielles, tous les cas d'anomalies graves apparues ont été analysés. En estimant les coûts occasionnés par de tels dérangements (réparation lignes de contact, réparation véhicules, frais de retard ou détournement de trains), on obtient une «économie» d'environ 500 000 francs par année, somme qui doit être mise en relation avec le montant d'environ 250 000 francs que coûtent les circulations de mesure. A titre indicatif: la somme annuelle totale dépensée pour la construction, le renouvellement, l'entretien et l'exploitation de l'ensemble du réseau ferroviaire des CFF

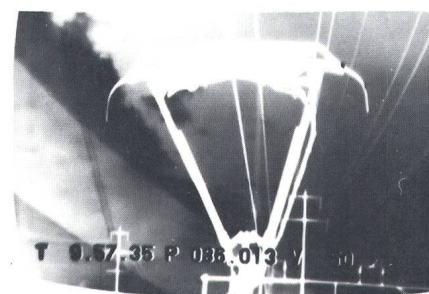


Figure 6 Enregistrement vidéo avec indications de l'heure, de la position et de la vitesse

(16 $\frac{2}{3}$  Hz) se situe entre 80 et 100 millions de francs.

### 3.3 Améliorations possibles

Actuellement, les améliorations suivantes sont envisagées:

- réduction du nombre de courses à 40 km/h, ces courses nécessitant des mesures d'exploitation particulières (train spécial, temps de parcours longs, dépassements par des trains réguliers),
- amélioration des résultats du dépouillement automatique, en particulier en ce qui concerne la vitesse de dépouillement par l'introduction de calculateurs plus performants,
- études supplémentaires permettant une meilleure interprétation des résultats fournis par le dispositif de mesure de la force entre le fil de contact et le pantographe.

## 4. Auscultations

L'auscultation, au sens où on l'entend dans le service d'entretien, consiste à examiner l'état de certaines parties des installations qui, en général, ne peuvent l'être que lorsque la caténaire est hors tension et mise à la terre. Elle a pour but final de:

- réduire les pannes et perturbations aux caténaires par l'élimination à court ou à long terme d'éléments caténaires usés ou défectueux,
- procéder à des réglages ponctuels du fil de contact,
- définir l'état des installations pour permettre l'établissement d'un programme de renouvellement (p.ex. échange du câble porteur ou du fil de contact).

Les éléments à contrôler ont été consignés dans une directive technique (profil en travers avec indication des éléments à contrôler). Pour des raisons pratiques des équipements de chantier, le travail doit s'exécuter sur trois niveaux distincts, à savoir:

- fil de contact de 4,80 à 5,70 m du rail,
- câble porteur de 5,40 à 7,10 m du rail,
- équipements particuliers de 4 à 7,10 m à environ 3,50 m de l'axe de la voie.

L'auscultation a été pratiquée sur l'ensemble des voies directes des gares et des pleines-voies et tous les types de caténaires R (régularisée) et N (normale) portée de 60 m ou 100 m ou inclinée.

Le travail est fait en principe de jour. Toutefois, dans les cas où l'exploitation ne peut accorder des intervalles de jour (p.ex. ligne à simple voie

à fort trafic), un dispositif d'éclairage est mis à disposition des ausculteurs.

### 4.1 Opération et moyens engagés

Afin de disposer d'une appréciation neutre et uniforme ainsi que pour des raisons de gestion du personnel et des moyens techniques, il a été décidé que ce travail se ferait non pas avec le personnel des CFF mais par une entreprise privée. Celle-ci doit garantir d'avoir sur l'ensemble du réseau et durant toute la période de l'action une unité de doctrine. C'est l'entreprise Furrer & Frey, Fahrleitungsbau, de Berne, qui a été mandatée. Pour mener à bien l'opération, sept monteuses ont été engagées, soit trois permanents de l'entreprise Furrer & Frey ainsi que quatre agents CFF des secteurs concernés. Leurs tâches sont réparties ainsi:

- 1 «chef de chantier», chef de secteur des lignes de contact ou son adjoint,
- 1 chef de transport CFF, conducteur du tracteur Tm,
- 2 agents CFF chargés de la sécurité (déclenchement, mise à la terre, conduite du transport) avec 1 véhicule routier,
- 3 agents Furrer & Frey «auscultants»: deux sur la nacelle télescopique, montée sur wagon, et un sur une échelle roulante (fig. 7).

Ces agents communiquent par radio entre eux ainsi qu'avec le personnel des gares.

Dans le but de rationaliser le travail, l'entreprise a acquis un véhicule rail-route équipé d'une nacelle.

### 4.2 Organisation du chantier

L'intervention de l'équipe d'auscultation sur le réseau en service demande une préparation préalable minutieuse et jusque dans ses moindres détails. Elle comprend l'établissement d'une description des travaux, précisant les éléments à contrôler et le mode de contrôle, consignés dans un tableau synoptique, puis la mise à disposition

des documents nécessaires (plans de situation, profil, horaire graphique, etc.) et troisièmement une programmation minutieuse des tronçons à ausculter. Ce point particulier est déterminant pour la réussite de l'opération. Il est traité par des spécialistes de l'exploitation «Bureau des horaires», qui déterminent:

- les intervalles entre les trains qui peuvent être mis à profit pour l'auscultation durant le jour,
- la durée en minutes disponible (minimum 30 min),
- les numéros des trains encadrant les pauses (souvent des marches de trains spéciaux ou marchandises sont différées),
- la distance auscultée par jour, par tronçon et par lignes, ayant pour base un avancement journalier de 6 km,
- la classification des tronçons à ausculter en hiver ou en été, compte tenu des intervalles disponibles.

Ces éléments connus, ils peuvent établir un programme, allant de mars à mi-décembre, qui est enregistré officiellement et diffusé à tous les intéressés.

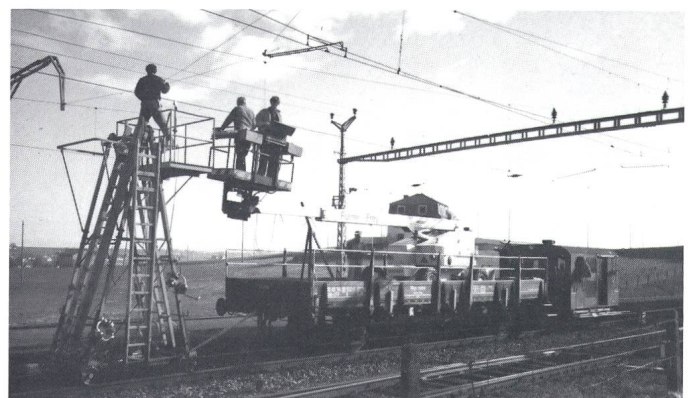
Pendant tous les préparatifs, une attention toute particulière doit être vouée à ce que la sécurité du personnel soit absolument garantie (mise hors service et «couverture» de la voie, dangers du courant électrique, de la chute et de la circulation des trains en double voie).

### 4.3 Auscultation

Une fois la voie libérée de toute circulation, l'agent de gare préposé à la circulation des trains autorise la marche du train d'auscultation.

Après la mise hors tension de la caténaire, les mises à terre sont posées aux deux extrémités du tronçon à ausculter et la voie est mise hors service et protégée par la mise en place de cibles d'interdiction de toute circulation. Au droit du chantier (portiques caté-

**Figure 7**  
Nacelle télescopique sur wagon et échelle roulante



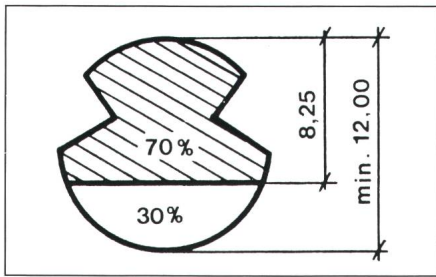


Figure 8 Section de la caténaire

Fil de 107 mm<sup>2</sup>  
 Ø normal: 12,25 mm ± 2%  
 Section: 69,6 mm<sup>2</sup>  
 Poids au mètre: 0,934 kg  
 Résistance à la rupture: 3344 kg  
 Tension max. admissible: 836 kg

naires, supports, etc.), les auscultants, après avoir stoppé le convoi, se protègent contre les dangers du courant électrique par la pose d'une perche de mise à la terre.

Une fois ces mesures de sécurité prises, les travaux d'auscultation peuvent être réalisés, à savoir:

- contrôler visuellement toutes les pièces de la caténaire à tous les niveaux,
- consigner toutes les anomalies constatées,
- dans les cas d'extrême urgence, procéder immédiatement à la réparation.

Entre les supports, le convoi roule au pas et on vérifie l'état du fil de contact (fig. 8: bosses, usure, raccords, état des suspensions).

A noter que le train d'auscultation doit être garé et la voie restituée à la circulation des trains 5 min avant le passage du prochain train régulier programmé.

#### 4.4 Prise de donnée des informations

L'enregistrement, la consignation et la diffusion des constatations faites par les auscultants a été l'un des grands problèmes à résoudre. Devaient être solutionnés:

STRECKEN AUSWERTUNG KONTROLL-PUNKTE					
Bahn = SBB I		Bezirk = Briq			
Strecke = Donodossola - Iselle					
KM	M.Nr.Ge.	Kontrollpunkt / Point de controle	Zustand / Etat	Aktion / Action	
002.03	000	2	pendules / fil flamme	vises, pincés, serrefiles deserre	serrer vis, pince, serrefil
002.30	000	2	aiguillages	reglage insuffisant	contrôle, ev.echange
002.40	000	2	aiguillages	reglage insuffisant	contrôle, ev.echange
002.50	000	2	aiguillages	reglage insuffisant	contrôle, ev.echange
002.55	053	2	distance LC contre arbres/batiments	distance insuffisante	contrôle, ev.echange
002.59	057	2	distance LC contre arbres/batiments	distance insuffisante	contrôle, ev.echange
002.65	064	2	distance LC contre arbres/batiments	distance insuffisante	contrôle, ev.echange
003.00	000	2	fixation cable de terre sur mat	rupture, fissure	contrôle, ev.echange
003.30	000	2	LC position des fils / reglage	reglage insuffisant	contrôle, ev.echange
003.35	021	2	chaines et cables	bloque, coince	reglage

Figure 10 Extrait d'un protocole d'auscultations

- le relevé du kilométrage, la voie et le no des supports,
- les pièces considérées comme défectueuses,
- les parties d'installation usées, dérégées ou défectueuses,
- l'état de surface des isolateurs (pollution),
- l'action à entreprendre avec degré d'urgence de remise en état.

Ce problème très particulier a été résolu grâce à l'introduction d'un système utilisant l'informatique pour traiter des données enregistrées directement sur le chantier à l'aide d'un dictaphone. Ces données sont introduites, ensuite, durant les pauses, sur une petite calculatrice de poche, selon des codes optiques préétablis (pas besoin de les taper; fig. 9), par exemple partie d'installation, état et action à entreprendre. En fin de journée, il en ressort la liste des opérations effectuées ainsi qu'une cassette où les codes sont enregistrés. Cette dernière est expédiée avec la liste au bureau central où elle est relue automatiquement par un ordinateur type PC.

Sur cette base est établi un protocole d'auscultation séparé par tronçon de ligne ou de gare, suivant l'exemple de

la figure 10. Le mode d'enregistrement garantit une rapidité d'exécution et l'exactitude pour la somme des travaux effectués sur le chantier, la facturation et la programmation à court ou à long terme du renouvellement des installations.

#### 4.5 Bilan de l'opération au 1<sup>er</sup> arrondissement

En 1985:

Ont été auscultés: 800 km de voies principales  
 Avancement moyen journalier: 5,82 km  
 Avancement moyen par semaine: 29,00 km  
 Jours de travail effectifs: 155 jours  
 Défauts découverts par km: 3 à 6 cas  
 Coût par km ausculté: Fr. 837.50/km  
 Coût par cas trouvé: entre Fr. 140.- et 280.-

En 1986, les 800 autres km de l'arrondissement ont été parcourus.

Le bilan de l'opération peut être considéré comme étant très satisfaisant. Les coûts engagés sont sans doute nettement inférieurs à ceux qui auraient été provoqués lors des perturbations caténaïres consécutives aux défauts éliminés lors de cette campagne.

A l'instar des CFF, de nombreuses compagnies de chemin de fer privé ont profité de cette organisation mise sur pied, pour faire procéder à l'auscultation sur leurs lignes.

Même si on ne peut pas chiffrer les pannes évitées par cette action, le bilan en fut très positif. Il a été décidé de renouveler cette campagne dans six ans. Grâce à la mise sur pied d'une organisation parfaite, à la collaboration précise et compétente de tous ceux qui ont participé à cette action et aux moyens engagés, toute la campagne s'est déroulée sans heurt, accident, incident et perturbation dans la circulation des trains.

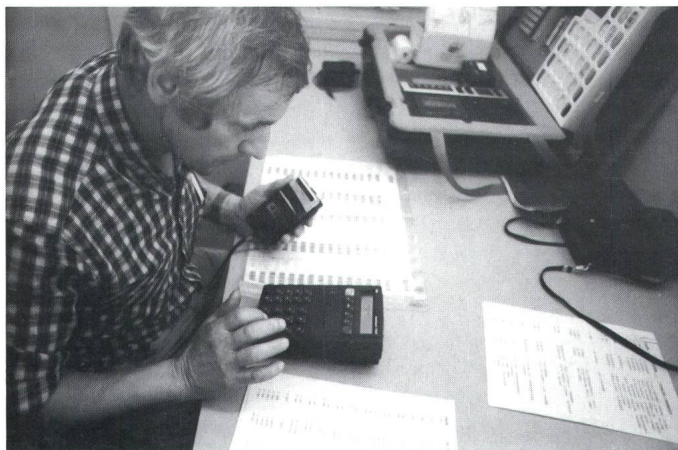


Figure 9 Introduction des données au moyen de codes optiques