Dynamic Catenary Monitoring DCM

Furrer+Frey®
Lignes de contact

Dynamic Catenary Monitoring DCM

1

2

3

La planification, la réalisation et l'entretien des lignes de contact représentent depuis des décennies les activités phares de Furrer+Frey. L'entreprise suit des processus clairement définis en matière d'assurance qualité. A cet égard, un instrument pour le contrôle rationnel de la ligne de contact après l'achèvement des travaux faisait encore défaut. C'est pourquoi Furrer+Frey s'est mis à la recherche des moyens et processus permettant de vérifier pour soi-même et pour les clients que les exigences de construction posées aux lignes de contact sont bien remplies.
Ces considérations ont conduit au développement du système DCM Dynamic Catenary Monitoring.

Une autre motivation majeure pour le développement du système DCM pour Furrer+Frey est la demande croissante de moyens d'évaluation des besoins d'entretien à court, moyen et long terme. Le système DCM est conçu pour être utilisé auprès des chemins de fer, quels que soient l'écartement et la tension de service du réseau. Nous avons également pensé aux réseaux d'outre-mer.

[1] — *Conteneur DCM sur wagon à voie normale sur réseau BLS*

[2] — *Conteneur de mesure sur wagon à voie métrique dans un dépôt des MGB*

[3] — *Conteneur DCM sur train de mesure sur la nouvelle ligne à grande vitesse Rhin-Rhône*

Références

Le système de mesure DCM a fait ses preuves depuis de nombreuses années dans différentes utilisations, tant sur le marché intérieur qu'à l'étranger, notamment:

- Nouvelle ligne à grande vitesse TGV entre Mulhouse et Dijon avec 150 km de double voie, des gares et embranchements, sous mandat de TSO Caténaire pour le compte de RFF
- Nouvelle ligne TGV ‚Haut du Bugey' entre Bourg-en-Bresse et Bellegarde, avec comme particularité la mesure mixte d'une ligne de contact classique et d'une caténaire rigide.
- Gare souterraine du nouvel aéroport de Berlin Brandenburg International, complète avec caténaire rigide sous mandat de BBRPS pour le compte de DBAG
- Tunnel de l'Arlberg réaménagé avec des caténaires rigides sur mandat de HC Electric pour le compte de ÖBB
- Nouveau tunnel d'Engelberg équipé de caténaires rigides pour le chemin de fer central
- Tronçon du Brünig entre Interlaken et Lucerne

Au total, le système DCM a permis de mesurer jusqu'ici environ 1340 km de lignes de contact, se répartissant ainsi:

Suisse:	env. 280 km
Allemagne:	env. 100 km
Autriche:	env. 60 km
France:	env. 900 km

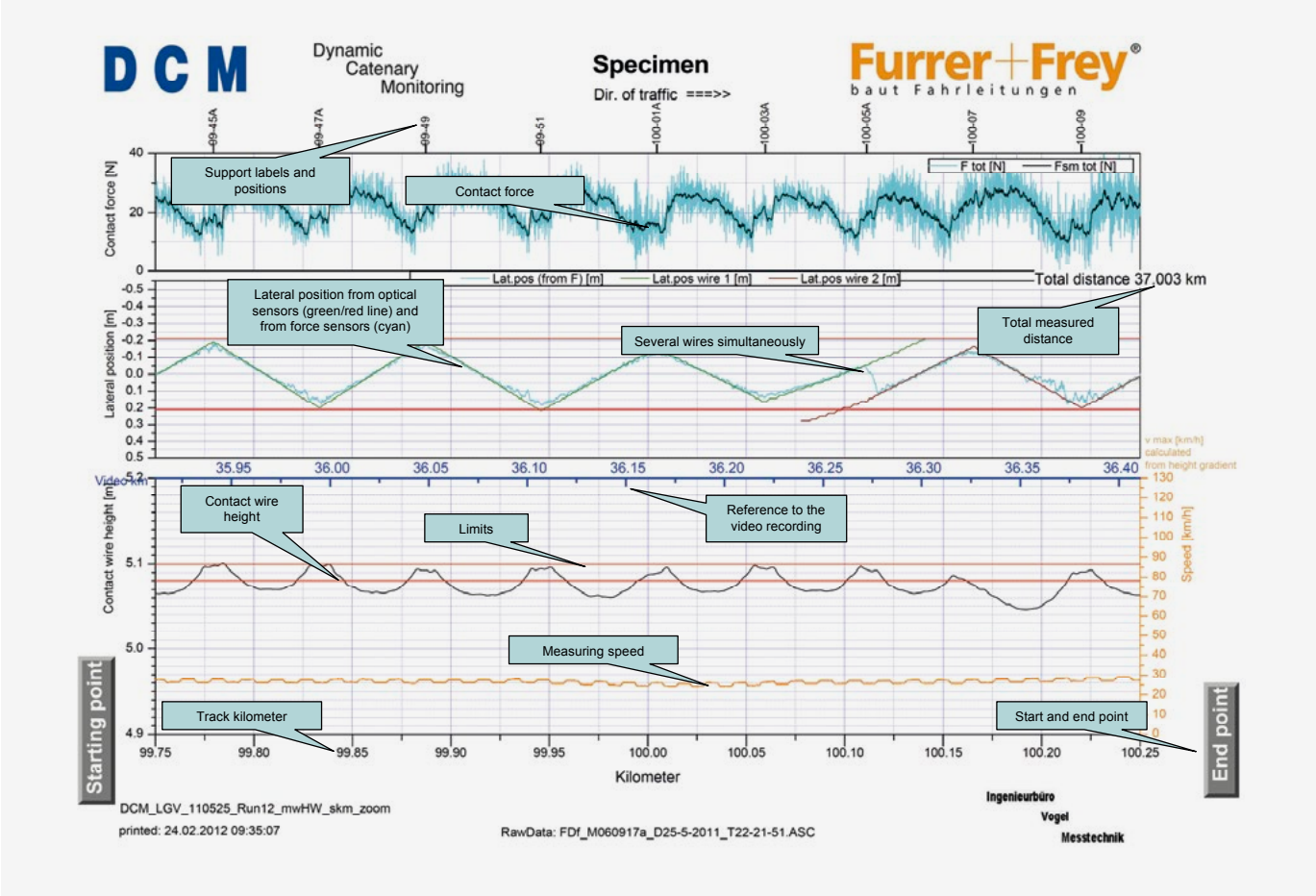
Furrer+Frey®
Lignes de contact

Le conteneur de mesure

1

2

3



4

C'est la solution complète pour la saisie de la géométrie de ligne de contact dans le monde entier. Ce système de mesure logé dans un conteneur ISO de 20 pieds peut être transporté sur le lieu d'intervention aussi bien par fret maritime que par chemin de fer ou par camion. Par ailleurs, le système est agréé par la Deutsche Bahn. Le conteneur de mesure offre:

- Compartiments séparés pour la mesure et le captage de courant
- Niveau d'isolement de 25 kV: les mesures sous tension sont possibles pour tous les chemins de fer
- Alimentation interne en courant électrique et en air comprimé
- Installation de chauffage et de climatisation

[1] — *Conteneur DCM sur wagon à voie normale Furrer+Frey sur le réseau BLS*

[2] — *Conteneur de mesure en cours de chargement sur wagon du client, sur le chantier de la ligne TGV Rhin-Rhône à Villersexel*

Le conteneur de mesure est prêt au service dans les trois heures suivant son arrivée à destination. La mesure s'effectue au moyen d'un pantographe monobras (Schunk WBL 85), sur lequel différentes bandes de frottement peuvent être montées. Durant toute la course d'essai, le pantographe est filmé au moyen d'une caméra industrielle à haute résolution. Les données de mesure transmises avec l'image vidéo permettent de suivre la course d'essai en temps réel sur l'écran du compartiment de mesure. Les données vidéo peuvent être remises au client sur DVD après la course d'essai. Autres mesures possibles avec le conteneur:

- Pression de contact réglable pour la bande de frottement
- Détection simultanée de jusqu'à quatre fils de contact
- Détection de double fil de contact
- Détection de supports
- Détection de consoles
- Mesure de la position latérale du fil de contact par des capteurs optiques
- Mesure de la position latérale du fil de contact par des capteurs dynamométriques
- Mesure de la hauteur du fil de contact par câble de commande
- Compensation des mouvements du wagon (seulement avec le wagon F+F)

Le système de mesure est étalonné avant chaque course d'essai et référencé en un point quelconque du tronçon au moyen d'un instrument de précision à laser. Tous les changements apportés aux données brutes lors de l'analyse sont automatiquement enregistrés.

[3] — *Vue du compartiment de pantographe en configuration de transport*

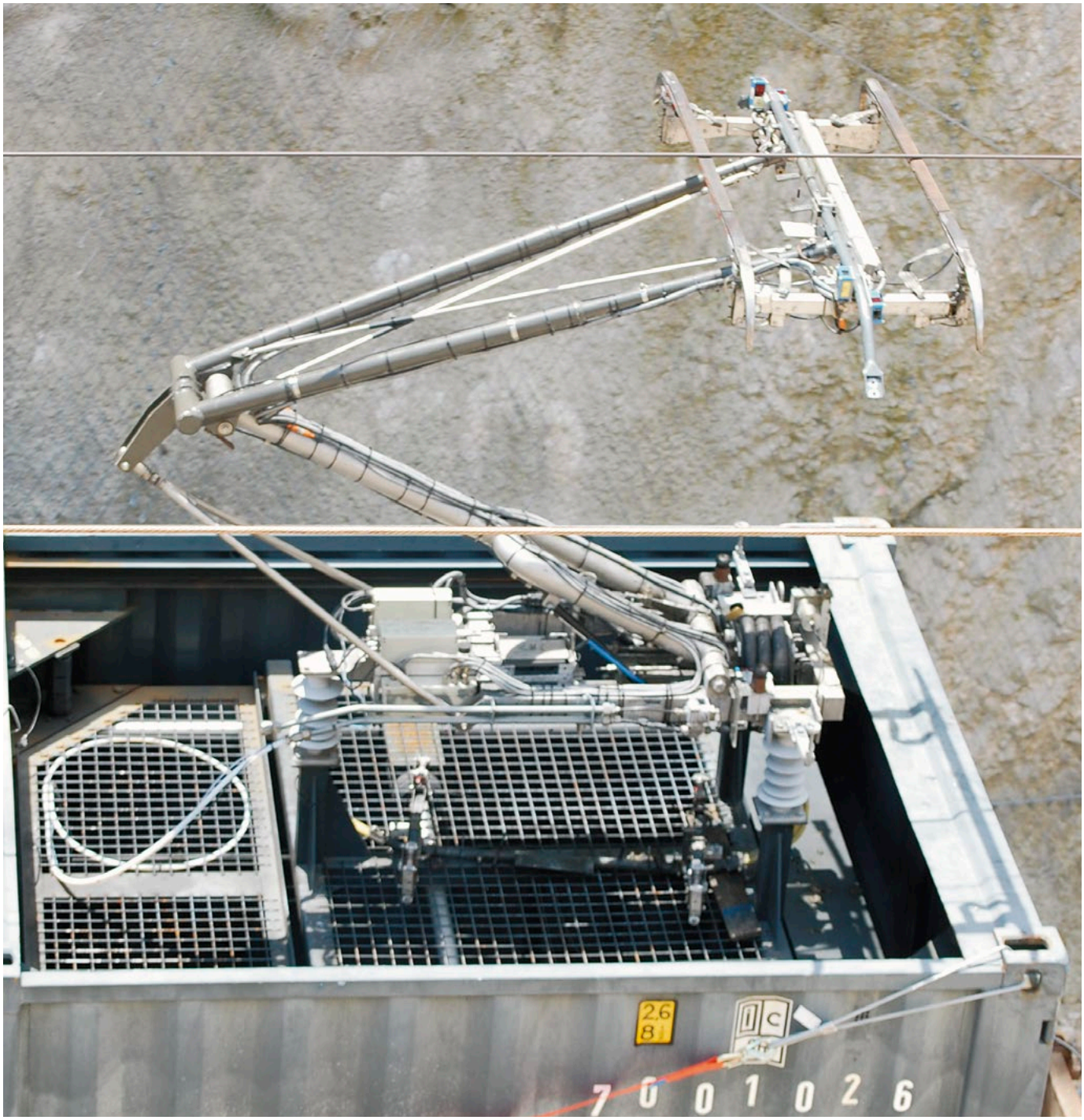
L'évaluation des valeurs de mesure est adaptée aux désirs spécifiques du client. En principe, toutes les données enregistrées par les capteurs sont évaluées. Les données suivantes peuvent être visualisées:

- Pression de contact
- Position latérale optique
- Position latérale calculée à partir de la force
- Hauteur du fil de contact - vitesse
- Distance mesurée
- Position et identification des supports
- Consoles (position et nombre)
- Soulèvement et position de repos du fil de contact (nécessite deux courses de mesure avec différentes forces d'application)
- Données GPS (les points de mesure peuvent être attribués aux points GPS)
- Données de vent
- Kilomètres vidéo (chaque point de mesure peut être rattaché précisément à un point de l'enregistrement vidéo)
- Flèche médiane
- Respect des hauteurs minimales et maximales et des positions admissibles du fil de contact
- Inclinaison du fil de contact au repos
- Inclinaison aux points de support au repos
- Déviation par rapport à la position de repos de la ligne de liaison théorique entre deux supports, y compris la flèche initiale
- Elasticité relative par rapport aux points de supports voisins

[4] — *Exemple de bande de mesure*

De plus, les clients peuvent obtenir toutes les données de mesure évaluées sous forme d'un fichier texte (*.txt) ou d'un fichier de données séparées par des virgules (*.csv).

Les mesures avec le DCM



1

Hauteur du fil de contact

La distance entre le fil de contact et le bord supérieur du rail est calculée à partir de plusieurs valeurs fixes et d'une grandeur variable. Les grandeurs fixes sont validées au début de chaque série de mesures et adaptées si nécessaire. Ces grandeurs sont:

- Distance du bord supérieur du rail à fond du conteneur
- Distance de fond du conteneur à plate-forme élévatrice
- Distance de plate-forme élévatrice à câble de commande

Comme on peut le déduire du dernier point ci-dessus, la hauteur du pantographe est mesurée avec le câble de commande. La dernière distance (et par conséquent le seul paramètre variable durant la course d'essai) est la distance entre le bord supérieur de la bande de frottement et le capteur du câble de commande.

[1] — *Vue du pantographe de mesure durant les mesures*

Position latérale du fil de contact

Deux méthodes de mesure distinctes sont disponibles pour mesurer la position latérale du fil de contact, dont chacune a ses avantages et ses inconvénients. Il s'agit de:

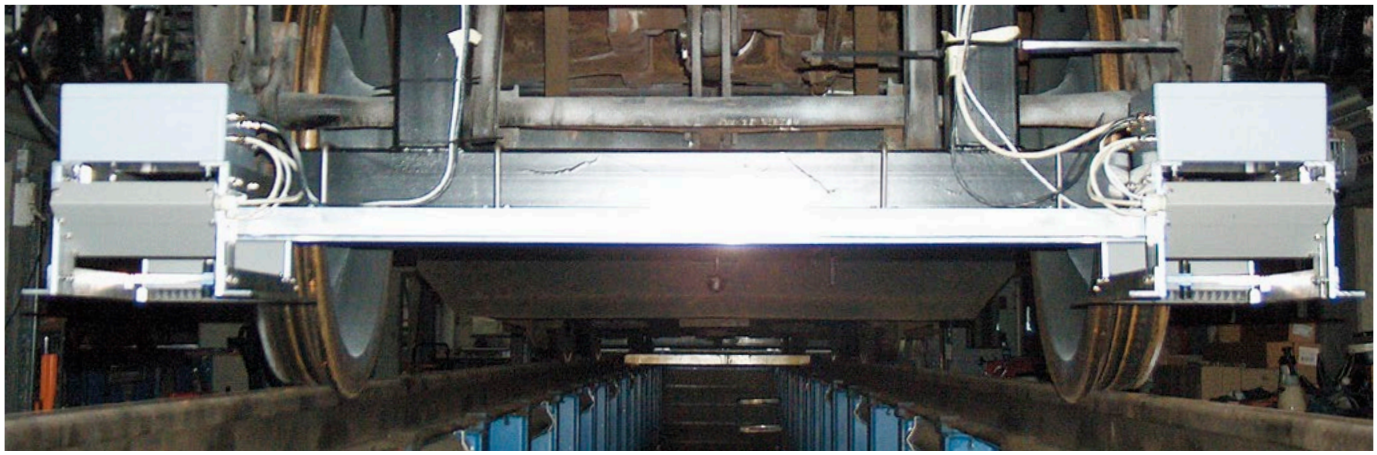
- Mesure de la position latérale par force: des capteurs dynamométriques sont placés à gauche et à droite sur la face inférieure des deux bandes de frottement du pantographe. Il est ainsi possible de calculer la position du fil de contact sur la base du rapport des forces de gauche et droite et des dimensions de la bande de frottement
- Mesure de la position latérale au moyen de capteurs optiques: une rampe de capteurs optiques est placée entre les bandes de frottement, qui enregistre le flux lumineux pulsé à 4300 Hz émis par des LED. Les capteurs juxtaposés peuvent ainsi saisir simultanément plusieurs fils de contact pour autant que ceux-ci ne soient pas trop rapprochés. Cette méthode permet d'enregistrer jusqu'à 4 fils simultanément.

La mesure dynamométrique présente l'avantage de permettre de tenir compte simultanément de la pression de contact, un paramètre important pour la qualité de transmission du courant. D'autre part, il est possible à partir de la pression de contact de déterminer l'allure des forces dans des secteurs particuliers, comme par exemple l'entrée dans un aiguillage ou des changements de fil et on identifie aussi de petites perturbations comme des sectionneurs incorrectement réglés et autres. L'inconvénient majeur de la mesure dynamométrique est que dans les secteurs avec plusieurs fils proches, seuls les défauts sur les fils exerçant une force sur les frotteurs sont détectables. Ainsi, lorsque plusieurs fils exercent simultanément une force sur les frotteurs, on n'obtiendra que la position médiane des deux fils. Néanmoins, si l'on combine les résultats de la mesure dynamométrique avec ceux de la mesure optique, on pourra obtenir non seulement l'image du comportement latéral (également celui de plusieurs fils simultanément), mais aussi détecter l'endroit où transfert du contact se fait.

Supports

Différentes alternatives sont disponibles pour la détection des supports (respectivement des écarteurs), ce qui permet en combinant les résultats en cours d'analyse de déterminer les positions de tous les supports:

- Détection par l'unité de capteurs optiques: étant donné que les capteurs sont capables non seulement de détecter tout ce qui est en contact avec les bandes de frottement, mais aussi tous les objets présents jusqu'à 10 cm au-dessus, un pic de mesure de tous les capteurs en un point donné est interprété comme un support.
- Détection par des barrières à laser: en complément à la rampe de capteurs optiques, l'étrier de mesure supporte deux capteurs à laser (l'un à gauche et l'autre à droite), orientés verticalement vers le haut. Au passage d'un support, ils fournissent une entrée dans les résultats.
- Détection par la position latérale: dans l'analyse des données, le logiciel détecte en plus des paramètres ci-dessus les supports sur la base de l'excursion de la position latérale. Aux endroits où l'excursion de la position latérale change visiblement de direction en raison du passage d'un support, le logiciel l'identifie automatiquement en tant que tel.
- Détection manuelle: il se peut qu'en raison des diverses constructions de lignes de contact possibles, les méthodes décrites ci-dessus ne donnent pas les résultats escomptés. Il est alors possible de saisir la position des supports manuellement. On peut ainsi s'assurer que tous les supports sont finalement inclus dans les résultats.



1

2

Consoles

En plus des capteurs à laser dirigés vers le haut, deux capteurs à laser supplémentaires dirigés obliquement vers le haut sont prévus sur le pantographe de mesure. Lorsqu'un câble de suspension passe sur ces cellules, cela est enregistré dans les résultats. Mais d'autres composants de la ligne de contact passent aussi devant ces cellules (par exemple éclisses, séparateurs de section, etc.), ce qui rend l'interprétation de ces données de consoles fastidieuse et cette méthode n'est généralement pas utilisée.

Compensation des mouvements du wagon

Afin de compenser les mouvements du wagon qui perturbent immanquablement les données de mesure à grande vitesse, les wagons Furrer+Frey à voie normale et à voie métrique sont équipés d'un bâti de fixation sur lequel les systèmes de mesure décrits ci-dessus peuvent être montés. Le système de compensation est formé de deux modules suspendus, permettant de mesurer par ultrasons la distance entre la superstructure du wagon et l'axe d'essieu et de deux modules de rails qui, comme la mesure de la position latérale, déterminent la position des champignons de rail. Il est ainsi possible de compenser par calcul aussi bien les mouvements du wagon ainsi que le jeu d'écartement.

[1] — *Modules de mesure de rail du DCM, montés sur le wagon à voie normale Furrer+Frey*

Vitesse et distance

Pour mesurer le signal de déplacement nécessaire afin de déterminer la vitesse et la distance parcourue, on dispose d'un tachygraphe d'essieu sur le wagon Furrer+Frey décrit ci-dessus. Pour les interventions n'utilisant pas un wagon Furrer+Frey, on dispose d'un tachymètre radar spécialement développé pour les applications ferroviaires, et qui peut être monté facilement sur le wagon du client.

[2] — *Conteneur de mesure sur un wagon métrique des RBS*

Méthodes de mesure

1

2

3

Mesure statique

Le conteneur de mesure permet de prendre des mesures statiques ou quasi-statiques de la position géométrique du fil de contact. A cet effet, ce conteneur peut être monté sur tout wagon plat quelconque. Pour les mesures statiques, il est possible d'obtenir les précisions de mesure suivantes entre 5 et 40 km/h*:

- Position verticale ± 10 mm
- Position latérale ± 12 mm
- Force de contact ± 2,0 N

* A des vitesses comprises entre 10 et 40 km/h, les précisions indiquées ci-dessus ne peuvent être obtenues que sur des wagons F+F, car ce sont les seuls à posséder un système de compensation des mouvements. Pour des vitesses supérieures, ce sont les tolérances des mesures dynamiques qui s'appliquent.

[1] — *Conteneur lors de la mesure de la ligne du Haut Bugey entre Bellegarde et Bourg-en-Bresse*

Pantographe de mesure sur locomotive

Le système de mesure DCM peut également être utilisé sans conteneur de mesure et être installé sur une locomotive du client. Une telle installation nécessite sensiblement plus de temps et une certaine planification sur place. Les scénarios d'utilisation possibles sont:

- Mesure dynamique pour l'évaluation de la qualité de transmission du courant (voir paragraphe suivant)
- Mesure sur des lignes où le gabarit libre ne peut pas être respecté avec le conteneur
- Mesure sur lignes de tram ou de réseau urbain

[2] — *Locomotive BLS avec pantographe DCM modifié*

[3] — *Pantographe modifié pour la mesure DCM sur une locomotive BLS*

Mesure dynamique

Le système de mesure DCM est également utilisable pour évaluer la qualité de transmission du courant. De telles mesures s'effectuent dans les conditions de service à la vitesse de circulation de la ligne et donc à vitesse élevée. En cas de montage sur une locomotive du client, ces mesures peuvent être exécutées jusqu'à 250 km/h. Le capteur de courant doit alors être équipé de tôles de déflection du vent afin de corriger les différences de force d'application que le poids propre du système occasionne. L'alimentation électrique en 230 V est assurée par le réseau de bord de la locomotive, qui devra fournir une puissance de 1,5 kVA. A des vitesses allant jusqu'à 250 km/h, les précisions suivantes peuvent être obtenues:

- Position verticale ± 12 mm
- Position latérale ± 18 mm
- Force de contact ± 4,0 N

Dynamic Catenary Monitoring DCM

Votre partenaire pour la planification, la fourniture et la construction de lignes de contact.

Furrer+Frey AG
Bureau d'ingénieurs, construction de lignes de contact
Thunstrasse 35
Boîte postale 182
CH-3000 Berne 6

T +41 31 357 61 11
F +41 31 357 61 00

adm@furrerfrey.ch
www.furrerfrey.ch

Nous nous réservons tous les droits sur le présent document et les objets qui y sont représentés. L'utilisation de son contenu est interdite sans notre consentement écrit.

© 2012 Furrer+Frey AG

Furrer+Frey®
Lignes de contact