

**Zeitschrift:** Tracés : bulletin technique de la Suisse romande  
**Herausgeber:** Société suisse des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 132 (2006)  
**Heft:** 19: Station intermédiaire

**Artikel:** Equipements ferroviaires  
**Autor:** Perret, Jacques  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99506>

### **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:** 16.03.2025

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

# Equipements ferroviaires

GÉNIE CIVIL

**Les conditions climatiques de Lausanne et les contraintes topologiques du tracé du m2 ont abouti au choix d'un métro sur pneus : cette solution était la seule à permettre d'atteindre la vitesse de 60 km/h en autorisant le franchissement des pentes de 12% du tracé, grâce à une excellente adhérence.**

La solution d'un métro sur pneus n'est pas une nouveauté, puisqu'en 1951 déjà, une première voiture automotrice MP51, appelée « grand-mère », était inaugurée à Paris. Aujourd'hui, de tels métros sont aussi en service dans des villes comme Santiago du Chili, Mexico, Montréal ou Lyon.

## Matériel roulant : des solutions éprouvées

De façon générale, le m2 recourt à des solutions déjà éprouvées concernant le matériel roulant. En effet, la structure de la voiture (une caisse en aluminium) est reprise du métro parisien MP89 en service depuis plusieurs années, ce qui a permis de justifier sa résistance aux sollicitations – chocs à faible vitesse, efforts répétitifs susceptibles de faire apparaître des fissures tels que accélérations, freinages, oscillations verticales – que subira le train sur le tracé de la ligne.

La chaîne de traction – ensemble des équipements électriques de puissance transformant le courant continu en courant alternatif pour les moteurs – est logée dans des coffres d'équipement sous le châssis, une solution également reconduite à partir d'autres métros. Le train dispose également d'équipements auxiliaires de production d'énergie (convertisseurs) qui fournissent le courant nécessaire pour les ventilateurs, les moteurs de portes, le chauffage, etc. Tous ces équipements – traction et production d'énergie auxiliaire – sont doublés : chacun des deux véhicules composant un train

comporte à lui seul les équipements permettant d'assurer son fonctionnement, certaines des performances pouvant être dégradées lorsqu'un seul équipement fonctionne.

Pour répondre aux exigences de la ligne et de la législation suisse, le m2 comporte trois types de freinage :

- un frein électrique, qui transforme les moteurs de traction en génératrices lors des freinages. L'énergie ainsi créée est soit réinjectée sur la ligne (alimentation d'un autre train), soit dissipée par échauffement (résistance en toiture). Il s'agit du mode de freinage le plus utilisé ;
- un frein à sabot, fait de semelles venant s'appliquer sur la roue auxiliaire. Ce frein est utilisé comme complément du frein électrique, à basse vitesse ou en cas d'urgence ;
- un frein à patin magnétique, fonctionnant grâce de forts aimants agissant sur les rails de roulement. Sa fonction principale est celle de frein de parking (il permet à lui seul de tenir le train dans la pente de 12%) mais il est aussi utilisé en cas d'urgence.

## La voie du m2

La voie remplit en premier lieu des fonctions classiques (fig. 1 et 2). Elle joue d'abord un rôle mécanique – support et guidage des trains, transmission au sol des efforts de traction ou freinage – tout en assurant également une fonction électrique (retour de courant, détection de présence des trains par circuits de voie). Le m2 utilise une voie ferroviaire classique (3), présentant un écartement normal, à laquelle ont été ajoutées deux pistes de roulement (4) et deux barres de guidage (5). Ces dernières servent en outre à l'alimentation en courant de traction des convois par l'intermédiaire de frotteurs. En fonctionnement normal, le train, qui est équipé de pneus semblables à ceux d'un camion, circule sur les pistes

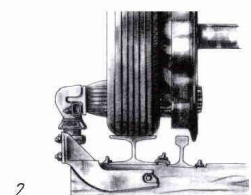
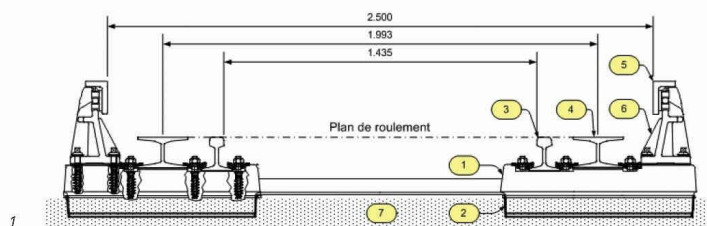


Fig. 1 : Éléments constitutifs de la voie : (1) traverse bi-bloc, modèles long (avec support isolateurs) et court (simple) ; (2) chausson anti-vibratile, par blochet ; (3) rail classique (ou Vignole) avec semelle anti-vibration ; (4) piste de roulement avec semelle anti-vibration ; (5) barre de guidage et d'alimentation ; (6) isolateur-support ; (7) béton de calage

Fig. 2 : Détail du roulement pneumatique

Fig. 3 : La Sallaz, 30 janvier 2006 (Photo Léonore Baud / ECAL)

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par les contributeurs)



3

de roulement (4). Contrairement aux efforts de freinage qui sont transmis par le biais d'un triple système, les forces motrices sont entièrement transmises par l'intermédiaire des pistes de roulement. Il est dès lors indispensable de disposer d'une adhérence maximale entre les roues et les pistes, et des mesures particulières allant dans ce sens ont dû être prises : rainurage de la surface pour créer des aspérités et éviter l'aquaplaning, chauffage des pistes. A la différence de celles des véhicules routiers, les roues n'assurent pas le guidage, celui-ci étant confié à des pneus, fixés sur un axe vertical qui s'appuient sur des barres latérales. En plus de ces deux types de roues pneumatiques, les trains sont munis de roues en fer traditionnels qui servent d'une part de solution de sécurité en cas de dégonflement d'un pneu (le métro s'appuie alors sur la voie classique) et d'autre part de système de guidage dans les aiguillages. La conception de barres de guidage mobiles aurait en effet été bien trop compliquée et le guidage est assuré de façon classique par les roues en fer dont le boudin s'appuie sur les rails (3).

Pour des raisons d'économie et d'entretien, on a retenu la solution d'une pose de la voie sur du béton. Habituellement dévolu au ballast, l'amortissement des vibrations est ici assuré par une semelle en caoutchouc faite de deux structures cellulaires fermées, placée sous chaque traverse.

Les rails Vignole sont des éléments classiques pour voies ferrées. Les barres de guidage et les pistes de roulement sont des profils en acier laminés à chaud. A l'instar des rails CFF, ces trois constituants longitudinaux sont soudés sur de grandes longueurs par aluminothermie. Les barres de guidage (5) sont reliées aux traverses par des supports (6). Ces derniers sont soumis à une forte sollicitation électrique, puisqu'ils doivent isoler les barres (750 V continu) du sol : cela a nécessité la conception d'une pièce non métallique offrant néanmoins une résistance mécanique très élevée.

### Alimentation électrique

Le m2 est alimenté par son propre réseau de transformation et de distribution d'énergie pour trois raisons : le besoin d'une disponibilité très élevée (garantie par de multiples redondances et un système de surveillance) ; l'alimentation des trains en courant continu et le danger lié à sa distribution par un troisième rail ; la facturation plus avantageuse de l'énergie au tarif moyenne tension.

Deux liaisons redondées connectent le réseau moyenne tension des Services Industriels de la Ville de Lausanne à celui du m2. Ce dernier est composé de deux câbles longeant l'ensemble de la ligne. Ces câbles assurent ainsi la distribution redondée de l'énergie vers neuf postes de transformation et

quatre sous-stations qui alimentent les dispositifs de traction des rames.

Les postes de transformation alimentent tous les équipements des stations et des tunnels en basse tension 400 V. Les « gros » consommateurs d'énergie – principalement le chauffage de voie et la ventilation incendie – sont directement reliés au tableau de distribution du transformateur. Il en va de même des câbles qui relient les stations entre elles pour permettre à une station de secourir sa voisine. Quant aux « petits » consommateurs – éclairage, portes palières, équipements d'automatisme et de transmission, vidéo, sonorisation, etc. – ils sont alimentés par des tableaux de station. Tous les équipements vitaux du m2 bénéficient d'alimentations sans coupure : ils basculent automatiquement sur des batteries en cas de rupture de l'alimentation.

Les sous-stations de traction transforment la moyenne tension en un courant continu de 750 V qui alimente les trains via les rails de guidage latéraux. Cette solution est propre à la plupart des métros du monde, principalement pour des raisons historiques : les moteurs à courant continu étaient les seuls aptes à fournir un couple de démarrage suffisamment élevé. Aujourd'hui, ce genre d'alimentation est privilégié parce qu'il évite d'avoir à embarquer à bord des trains la forte charge que constitueraient des transformateurs et des redresseurs. Ici aussi, on a veillé à assurer une redondance des alimentations puisque deux sous-stations sur quatre suffisent à alimenter les rames. Le système de freinage électrique des trains qui descendent permet de récupérer de l'énergie pour alimenter les trains montants.

L'ensemble du réseau est contrôlé par des automates programmables et supervisé par un système de visualisation situé au Poste de Commande Centralisé. Il est possible, depuis celui-ci, non seulement de commander l'ensemble des installations, mais aussi de connaître à tous moments leur état de fonctionnement et la consommation en énergie du système.

A noter qu'un soin tout particulier a été pris concernant la mise à terre et la protection contre les courants vagabonds. Pour éviter que des courants électriques circulent dans les armatures et les corrodent (risque élevé de corrosion des fers à béton et des conduites de voirie), les tunnels sont divisés en tronçons d'environ 40 m isolés électriquement les uns des autres.

Jacques Perret

Cet article a été composé à partir de contributions rédigées par :  
Daniel Badoux, ing. ETS, Métro Lausanne Ouchy SA, Renens  
Benoît Gachet, ing. ENSTA, Métro Lausanne Ouchy SA, Renens  
Philippe Goy, ing. ETS, Métro Lausanne Ouchy SA, Renens  
Claude Dubois, ing. Ecole centrale de Lille, Alstom SA, Valenciennes  
François Guérid, ing. ENIT/Master ECP, Alstom SA, Lausanne  
Marc Sayadi, ing. ENSAM, Alstom SA, Lausanne