

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

Artikel: Automatismes d'un métro sans conducteur
Autor: Joubert, Dominique / Cherki, Pierre
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-99505>

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: 04.05.2025

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

Automatismes d'un métro sans conducteur

Dans les systèmes ferroviaires classiques, la responsabilité de la régulation et de la sécurité des circulations des trains est partagée entre la technique (système de signalisation) et l'homme (conducteur, régulateur). Dans un métro automatique, la quasi-totalité de ces fonctions est assurée par la technique, le rôle de l'homme se concentrant sur la gestion des situations anormales ou des cas particuliers, ceci toujours sous le contrôle sécuritaire des automatismes.

Les quatre principales missions des automatismes sont les suivantes :

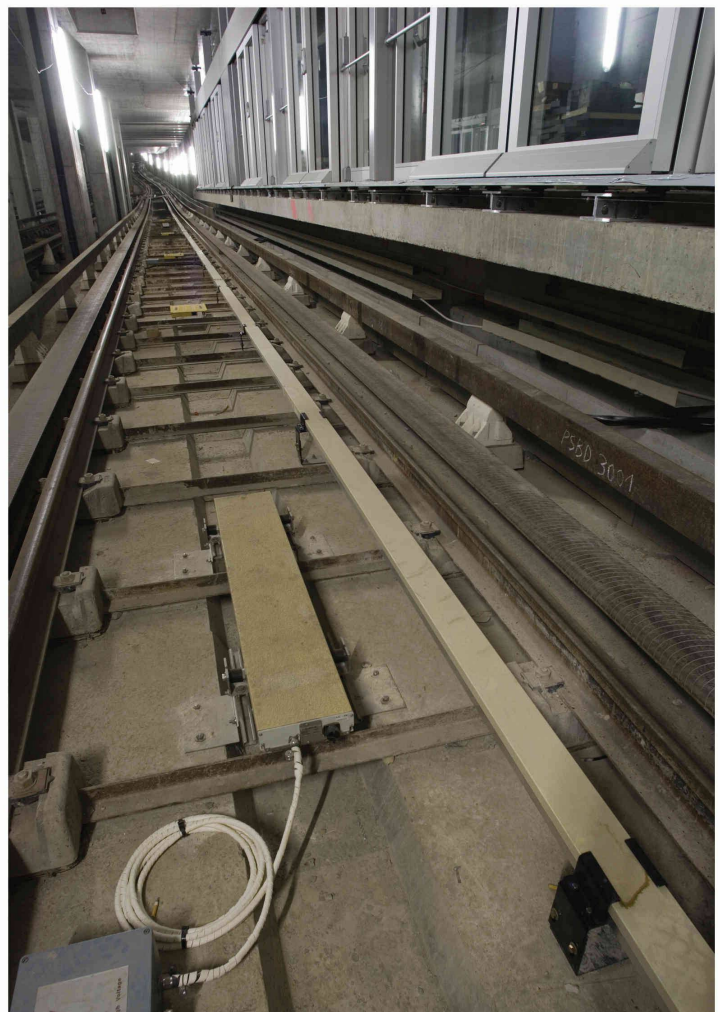
- l'AGI (Automatisme de Gestion des Itinéraires), qui commande les aiguillages et donne les droits d'itinéraire au train en toute sécurité (signaux),
- l'ATP (Automatic Train Protection), qui assure la sécurité du train (contrôle de la vitesse maximum, de l'espacement des trains et des arrêts aux signaux),
- l'ATO (Automatic Train Operation), qui pilote le train (consignes d'accélération, freinage) : c'est en quelque sorte le conducteur,
- l'ATS (Automatic Train Supervision), qui régule les trains et assure les services programmés par la table horaire.

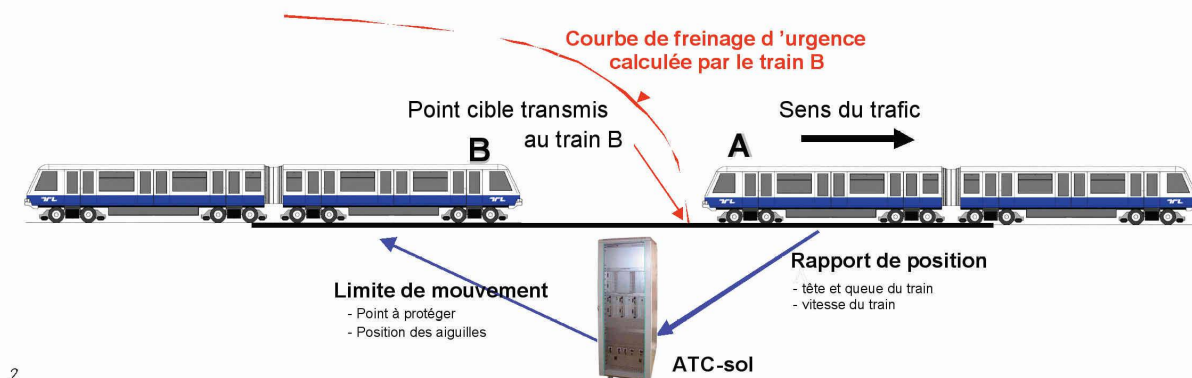
Ces divers éléments permettent à un métro sans conducteur d'exécuter toutes les commandes faites à partir du PCC (Poste de Commande Centralisé). A partir d'une table horaire définie par l'exploitant, les trains vont se « réveiller », se dégarer, prendre le service passagers qui leur est attribué puis, en fin de service, passer si nécessaire à la machine à laver et se garer.

Trois aspects distinguent un système sans conducteur d'un système classique. Tout d'abord, sa fiabilité doit être maximale, car les défaillances pénalisent fortement la disponibilité (déplacement de personnel, risque de panique en cas d'évacuation en tunnel). Ensuite, il doit présenter une sécurité à toute épreuve, car il n'est pas possible de compter sur une correction humaine. Finalement, sa performance ne dépend pas directement du personnel (nombre et performance des

conducteurs), mais uniquement de la conception intrinsèque du système. L'optimisation de ce triangle « disponibilité - sécurité - performance » se trouve donc en permanence au cœur des choix conceptuels.

Pour concrétiser ces concepts, trois exemples significatifs (parmi les centaines de fonctions que réalisent les automatismes) sont développés ci-après : l'espacement des trains, qui représente un élément clé en matière de sécurité et de





2

performance et est une fonction mise en œuvre par l'ATP, l'arrêt précis en station, mis en œuvre par l'ATO et la régulation des trains qui garantissent au passager la qualité de service (disponibilité) et est prise en compte par l'ATS.

Le canton mobile déformable

Traditionnellement, la séparation des trains est réalisée par la méthode des « cantons », qui consiste à diviser une en secteurs géographiques fixes appelés « cantons ». Chacun d'entre eux est protégé par un signal qui interdit son accès tant que le suivant est occupé. La division est faite pour que les trains puissent s'arrêter sur la longueur d'un canton : la sécurité est garantie en laissant systématiquement un canton libre entre deux trains. Si un tel système est très efficace en terme de sécurité, il l'est moins nettement moins au niveau des performances : en imposant une séparation des trains géographiquement fixe, il étend inévitablement l'intervalle nécessaire entre deux trains. Même si la tendance actuelle est d'automatiser les réseaux afin de répondre aux demandes de trafic¹, cette méthode est encore couramment utilisée sur les lignes de chemin de fer où les espacements et les intervalles sont plus grands.

Pour optimiser les performances du m2, l'espacement des rames repose sur le concept de canton mobile déformable (fig. 2) : mobile, car il se déplace avec le train, et déformable, car sa taille dépend de la distance requise pour l'arrêt du train. C'est ce principe qui est dans le système *Urbalis* utilisé par *Alstom* pour le m2.

Ce principe prévoit que chaque train soit en permanence précédé par une « bulle de protection » correspondant à la distance minimum d'arrêt en freinage d'urgence. Selon sa vitesse et la pente du tracé, des ordinateurs calculent à tout instant le « point cible » de chaque train, ceci en tenant compte des obstacles fixes (signal de manœuvre) ou mobiles (posi-

tion du train précédent). Lorsqu'il se déplace, le train compare la limite de sa bulle de protection avec son point cible. Il adapte alors automatiquement sa vitesse à sa situation instantanée, s'arrêtant même si nécessaire. L'actualisation permanente des résultats fait que si un train momentanément arrêté reprend sa marche, celui qui le suit voit point cible s'éloigner et redémarre automatiquement. Cette procédure offre ainsi la possibilité d'augmenter sensiblement la cadence des trains.

L'arrêt précis en station

Dans la vie moderne, l'ordinateur est de plus en plus présent. Il vient « assister » l'homme pour ces actions répétitives. Les voitures n'y échappent pas et leurs ordinateurs accélèrent, maintiennent la vitesse, etc. Néanmoins, l'homme reste encore présent pour les phases les plus délicates (atterrissage d'un avion par exemple). Dans les nouvelles générations de métro, c'est aussi le cas, et la plus part des lignes possèdent maintenant un PA (Pilotage Automatique). Mais les réseaux n'ont pas tous fait le pas de supprimer la présence humaine au commandement. Le fait d'enlever le conducteur rend la rame « aveugle ». Le risque non acceptable qu'une personne tombe sur les voies et se fasse écraser doit être éliminé. La solution retenue sur le m2 a été de monter des portes palières sur le bord des quais afin de supprimer le risque de chute sur la voie. Cela a pour conséquence que l'automatisme doit assurer un arrêt précis en face des portes, assurer l'ouverture de ces portes lorsque le train est positionné (et uniquement dans ce cas) et leur fermeture. Ces fonctions de régulation ne sont pas en elle-même novatrices, mais la régularité de la précision doit être particulièrement performante pour assurer près de deux millions d'arrêts par an avec quin-

¹ ERTMS pour les CFF dans le cadre de Rail 2000

Fig. 1 : Balise pour le repositionnement des trains et guide d'ondes pour la transmission des informations (Photo métro m2 / Maurice Schobinger)

Fig. 2 : Principe du canton mobile (Document fourni par les auteurs)

ze rames de 70 tonnes dont les caractéristiques de traction-freinage ne sont pas strictement identiques et vont varier dans le temps. Et ce avec une pente allant jusqu'à 12 %.

La régulation

La régulation d'une ligne sans conducteur est la fonction située au plus haut niveau des automatismes. C'est-à-dire qu'elle recueille l'état de la ligne via les fonctions de plus bas niveau (position des aiguilles, position et vitesse des trains) et donnent les ordres de mouvement d'aiguille, heure de départ et d'arrivée des trains en station via ces mêmes équipements. Comme les fonctions de conduite et de sécurité sont assurées à des niveaux plus bas, la régulation n'est pas un organe de sécurité. Un premier programme (hors temps réel) va générer la table horaire en fonction de l'intervalle souhaité pour chaque créneau horaire de la journée (l'exploitant utilise plusieurs tables horaires en fonction du service voulu :

semaine, week-end...). Le programme de régulation en temps réel va « mettre en musique » cette table. Le m2 a deux particularités qui compliquent la tâche de la régulation : aux heures de pointe, une rame sur deux fait demi-tour aux stations intermédiaires de la gare CFF (au sud) et de La Sallaz (au nord). La synchronisation des carrousels intérieurs et extérieurs doit être assurée (départs réguliers). Ensuite, entre la gare CFF et la station de Grancy, la portion de voie unique doit être alternativement montante ou descendante, et les aiguilles doivent être manœuvrées en conséquence. Pour assurer un service optimum, le programme de régulation, à tout moment et en fonction de l'état de la ligne, calcule et transmet à chaque train son itinéraire et son horaire.

Dominique Joubert, ing. ECL
Métro Lausanne Ouchy SA, CH – 1020 Renens

Pierre Cherki, ing. Centrale Paris, Alstom SA
av. de France 90, CH – 1004 Lausanne

En toute sécurité sur Internet avec DSL Professionnel.

Publireportage

Compagnie aérienne dont le siège est situé à l'aéroport de Cointrin, Flybaboo s'est spécialisée dans les destinations européennes. La majorité des réservations sont effectuées par Internet. Pour sa propre sécurité, l'entreprise fait confiance à DSL Professionnel, l'accès à Internet spécialement conçu pour les besoins des PME.

Flybaboo dessert les endroits idylliques d'Europe. Cette compagnie est le point de départ de voyages d'affaires, de vacances reposantes, de week-ends actifs ou d'évasions

romantiques: Florence, Venise, Nice, Lugano, Ibiza, Prague, Valence ou St-Tropez.

L'entreprise genevoise Flybaboo ne pourrait plus se passer d'Internet un seul jour, voire une heure seulement. « Nous sommes fortement tributaires d'Internet », affirme Stefan Beck, IT-Manager auprès de Flybaboo. « Nous proposons nos vols sur Internet, ainsi donc nos clients accèdent rapidement et en toute sécurité à nos données et peuvent réserver en ligne. »

Les clients tirent profit des liaisons numériques. La communication s'en trouve simplifiée et les réservations spontanées sont toujours possibles. « Cela implique que nous puissions entièrement compter sur notre infrastructure, de jour comme de nuit, et sur un partenaire comme Swisscom Fixnet dont le réseau fonctionne également en permanence », poursuit Stefan Beck.

Avec DSL Professionnel, Flybaboo bénéficie d'un accès à Internet fiable, pris en charge par des professionnels et surveillé à distance. La solution se compose d'un

routeur, d'un pare-feu et d'un dispositif de secours ISDN qui entre automatiquement en action en cas de défaillance de l'ADSL.

L'introduction de DSL Professionnel a apporté à Flybaboo des avantages à trois niveaux. **Au niveau de la sécurité, la fiabilité du service diminue la probabilité de pertes de gain. Au niveau des performances, la sécurité accrue, la disponibilité élevée des données et la connexion permanente de l'ADSL ont des conséquences positives sur la productivité. Et au niveau des coûts, des postes de budget planifiables pour la connexion Internet ont remplacé les charges variables**, qui étaient en augmentation; et les frais d'entretien ont diminué par rapport à l'ancienne solution d'accès.

Les avantages de DSL Professionnel en bref:

- Installation par un partenaire de Swisscom
- Pare-feu comprenant trois niveaux de sécurité et géré 24h/24h par Swisscom Fixnet
- Disponibilité élevée grâce au dispositif de secours ISDN Backup
- Vitesse accrue, liaison permanente
- Coûts fixes au lieu de dépenses variables
- Télémaintenance assurée par Swisscom Fixnet



Informations complémentaires sous www.swisscom-fixnet.ch/pme ou au numéro gratuit 0800 800 800