

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

**Artikel:** Approche système pour le m2  
**Autor:** Buthion, Michel / Béhue, Emmanuel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-99504>

### **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:** 02.02.2025

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

# Approche système pour le m2

**La solution définitive pour le m2 a fait l'objet d'une étude système complète, pilotée par la société Alstom, lors de la phase de construction.**

Un métro automatique est un système complexe. Il s'agit d'un ensemble d'éléments devant être cohérents sur les plans physiques (par exemple, même écartement pour les roues et les rails) et fonctionnels (le courant électrique appelé par l'ensemble des trains est supporté par les transformateurs ; les ouvertures des portes du quai et du train sont synchronisées), ceci tout en étant apte à rendre un service déterminé (capacité des trains, intervalle entre trains, vitesse moyenne) dans un environnement donné (climat, tracé de la ligne).

## Cahier des charges et solution retenue

Pour son appel d'offre, le maître d'ouvrage a défini le service commercial attendu tout en précisant les conditions d'exploitation. C'est ainsi qu'une étude prospective des besoins en déplacements a conduit à préconiser l'usage de trains composés de deux voitures, tout en assurant une fréquence de desserte en milieu de ligne (trois minutes à la mise en service) double de celle existant à l'extrémité (fig. 1).

Quant aux contraintes d'environnement, elles étaient le résultat d'une combinaison de paramètres géographique et géologique : pentes jusqu'à 12%, parcours sinueux, tronçons aériens, section à voie unique, climat rigoureux.

Ce cahier des charges, associé au souci de ne pas avoir à « tester » un système entièrement nouveau à Lausanne, a conduit le maître d'ouvrage à choisir un métro sans conducteur, sur pneus, dont les principaux constituants avaient déjà fait leurs preuves sur d'autres sites : rames, voie et portes de quai à la RATP, automatismes à Singapour.

Malgré ses spécificités d'exploitation et d'environnement, le nouveau métro lausannois ne nécessitera donc pas de développements technologiques pionniers. Cependant, comme le m2 ne relève pas d'un domaine normé ou standard (comme un réseau ferré classique), il est nécessaire et même primordial d'adopter une approche système pour son étude et sa réalisation.

## Le système m2

Les études du système de transport du m2 se sont articulées autour de quatre grands axes : le fonctionnement, l'exploitation, les performances et la sécurité. Compte tenu des fortes interdépendances existant entre ces quatre aspects, les études ont été menées en parallèle afin de garantir la cohérence globale du système.

L'étude de fonctionnement détermine les mécanismes définissant le comportement du système. Elle répond à la question de savoir quelle est la contribution de chaque composant à chaque fonction. Les composants essentiels d'un métro comme le m2 sont :

- les trains, qui doivent transporter les voyageurs, mais aussi contrôler l'accès et assurer un certain confort,
- la voie, qui a pour mission première de guider les trains, mais aussi de leur fournir l'énergie nécessaire à leur fonctionnement et de participer au contrôle de leur position à travers les automatismes (circuits de voie),
- le système « énergie », qui transforme le courant du SEL pour le rendre utilisable par les trains,
- les automatismes qui pilotent (régulation) les trains et surveillent leur comportement (sécurité), tout en participant à d'autres missions, comme par exemple les annonces dans les trains (voir article pp. 23-25).

Un fonctionnement du système doit être réalisé de manière cohérente par tous les composants participant à la fonction. Par exemple pour la fonction d'ouverture synchronisée

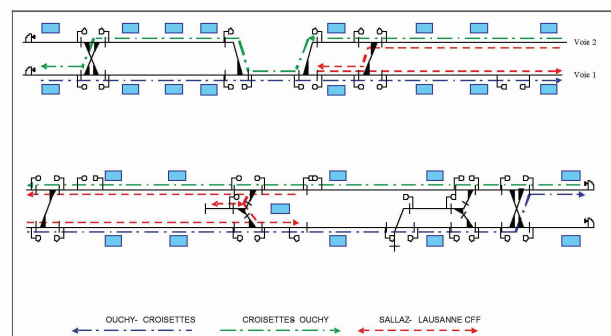


Fig. 1 : Service nominal en carrousels imbriqués

Fig. 2 : Diagramme fonctionnel du processus d'ouverture des portes

(Sauf mention, tous les documents illustrant cet article ont été fournis par l'auteur.)

des portes de trains et des portes de façades de quai, chaque composant (le train, les automatismes et les façades de quai) doit implémenter des temps techniques compatibles entre eux : grossièrement présenté, si les façades de quai réagissaient en deux dixièmes de seconde et les trains en deux secondes, le voyageur se trouverait devant des portes « à moitié » ouvertes et s'en inquiéterait. En pratique une analyse fine des séquences successives (fig. 2) et des temps techniquement réalisables par chaque lot de composant permet de résoudre ce problème.

Les études d'exploitabilité permettent de définir les principes à la base de l'utilisation du système de transport. Pour le m2, elles ont notamment conduit à définir les mesures à prendre pour chaque type d'incident : évacuation des trains en tunnel, acheminement exceptionnel d'un train en conduite manuelle, mise en place d'un service provisoire, etc. De façon similaire, ces études ont défini les règles d'entretien du matériel, notamment pour le gros entretien qui nécessite la mise hors service de la ligne.

Les études de performances sont celles qui doivent assurer que le système répond aux exigences initiales du client. Elles démontrent que la capacité du système répond à la demande. Dans le cas du m2, le premier critère est de savoir si le système est capable de transporter le nombre de personnes estimées par heure et par direction. La réponse à cette question implique un calcul mettant en jeu la capacité des rames, l'intervalle entre deux rames dans une direction donnée, le temps d'arrêt pour permettre aux personnes de monter et de descendre de la rame. Cette étude a été particuliè-

rement importante dans le cas du m2 en raison du tronçon à voie unique et de caractéristiques environnementales très contraignantes: pentes, zones de voie aérienne, section à voie unique, etc.

Finalement, les études de sécurité ont pour objet de vérifier que les risques induits par la conception restent acceptables. De façon schématique, elles conduisent soit à imposer une exigence sur un composant (par exemple : pas de matériaux inflammables dans les trains), soit à ajouter des composants permettant de réduire les risques (extincteurs). Les principaux équipements dédiés à la sécurité sont les automatismes qui commandent les trains et les portes de quai, le SCADA (supervisor control and data acquisition) qui permet le contrôle et la commande de l'ensemble des autres équipements, et enfin les façades de quai.

En conclusion, une approche système des études est primordiale pour des systèmes de transport de cette complexité. Ces études ont permis de définir un ensemble d'exigences fonctionnelles, opérationnelles et de performances. Ces exigences sont à la base de la définition des différents contrats par lot et elles serviront de base *in fine* pour la définition des essais du système m2.

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

Emmanuel Béhue, ing. ISRMA, Alstom SA  
av. de France 90, CH – 1004 Lausanne

