Simuler l'exploitation d'un métro

Autor(en): **Manet, Alain**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tracés : bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **134 (2008)**

Heft 15-16: **Montrer le m2**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-99696

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Alain Manet

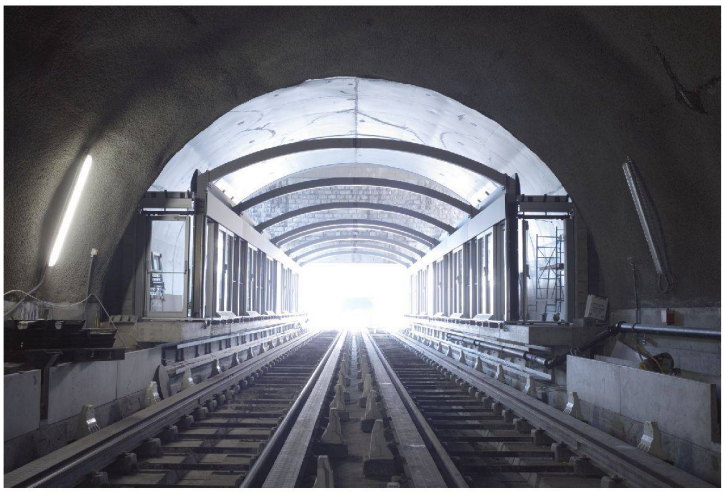
Simuler l'**exploitation** d'un métro

TRANSPORT

L'exploitation du m2 a été étudiée par un long exercice de simulation de près d'un an. Ce travail, comprenant plusieurs étapes d'adaptation et de redéfinition des voies, des rames et des automatismes, a permis de s'assurer que les performances exigées pour le m2 seront tenues avec un risque d'échec très faible.

Une des premières étapes d'un projet de système de transport sur voie ferrée porte sur la conception du plan de la voie. Celui-ci comprend notamment l'implantation des voies et des aiguillages, la définition des zones de parking et de retournement des rames, la vérification des vitesses en fonction des pentes et des courbes, etc.

Dans ce domaine, l'environnement du m2 est très particulier d'une part à cause de sa forte pente et, de l'autre, en raison de sa voie unique au sud de la gare. Durant les heures de pointe, la performance visée est d'offrir à terme un service toutes les deux minutes au centre de la ville (Gare – Sallaz) et toutes les quatre minutes aux extrémités. Cependant, le matériel roulant retenu a ses propres limites en terme de performance, auxquelles il faut ajouter des contraintes en rapport avec les automatismes – ces contraintes étant bien sûr encore plus importantes pour un métro sans conducteur. Dès lors, le risque était grand que le plan de voie imaginé et la performance souhaitée ne soient pas compatibles avec les limites performances et les contraintes.



1

Simulation du système dès sa conception

Les simulations ont été utilisées dès la phase initiale de conception, pour évaluer les performances attendues du système en termes d'intervalle et de temps de parcours. Il s'agissait de vérifier que l'architecture du système de transport et le dimensionnement de la flotte (nombre de rames en exploitation) permettent de répondre aux besoins de trafic passager à court et à long terme, avec la qualité de service requise.

Bien plus qu'une simple activité de calcul, c'est un maillon indispensable de la conception et de l'optimisation du système, dans laquelle l'intégrateur[1] joue un rôle central. Sa tâche comprend bien sûr la définition du besoin (en terme de performances attendues) et le contrôle des données d'entrées utilisées. Il agit en outre comme coordinateur dans la recherche d'alternatives et d'optimisations.

Les performances effectives ne découlent pas uniquement des capacités de traction/freinage du matériel roulant ou de celles du pilotage automatique, mais bien de l'intégration du système dans sa globalité. Cette évaluation globale implique en particulier les facteurs suivants : caractéristiques du matériel roulant (performances cinématiques et capacité en passagers), tracé de voie, implantation des aiguillages et incidence sur les limites de vitesse, performances du pilotage automatique et de la signalisation (espacement des trains, enclenchements des itinéraires et temps techniques), critères de confort, schéma d'exploitation (temps d'arrêt en station, définition des carrousels).

Outre la connaissance du périmètre des données d'entrée, il appartient de disposer d'un outil de simulation informatique performant, permettant notamment une modélisation représentative du pilotage automatique et intégrant les spécificités du projet du m2.

[1] Personne chargée d'assurer le bon fonctionnement des divers sous-systèmes du système de transport (voir article p. 13)

Fig. 1 : Station Bessières, 14 mars 2007 (Photo M. Schobinger / MLO SA)

Fig. 2a et 2b : Station Gare, plan de voie initial avec un tiroir central (a) et plan de voie final avec une communication en avant gare (b)

Fig. 3a et 3b : Station Gare, schémas pour une exploitation 2/4 min avec retournement des trains petite boucle avant gare (a) et pour une exploitation 2/4 min avec retournement des trains petite boucle sur la voie unique (b)

Deux points critiques sur la ligne

Dès le début du projet, un groupe de travail a été constitué pour étudier les deux points critiques de la ligne que sont la Gare et la Sallaz. Ces deux stations supportent les terminus du carrousel petite boucle (Gare-Sallaz), qui s'imbrique dans la grande boucle (Ouchy-Croisettes). La performance escomptée par le biais de la superposition de ces deux boucles est d'offrir un intervalle de deux minutes entre les rames sur le tronçon central (Lausanne Gare- Sallaz) et de quatre minutes aux extrémités du parcours (voir fig. 2, p. 33). Ces intervalles sont définis pour répondre à des besoins de transport à long terme aux heures de pointe. L'exploitation initiale à la mise en service sera basée sur un intervalle de trois minutes sur le tronçon central et de six minutes pour les extrémités. Même si la flotte initiale des trains ne permet pas de l'atteindre, le système doit bien sûr être étudié selon la capacité de transport ultime, notamment en ce qui concerne la performance de la signalisation.

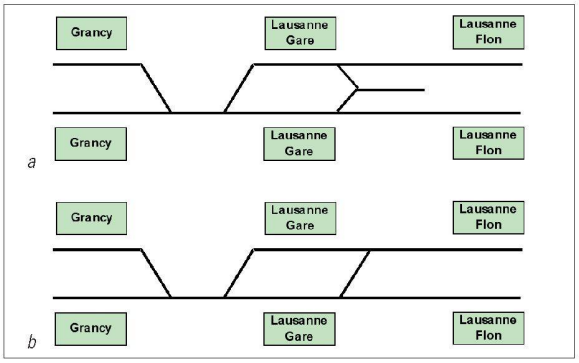
A la Gare, les difficultés proviennent de l'importance du trafic passager, qui implique des temps d'arrêt en station importants, d'une déclivité proche de 12% sur tout le tronçon entre le Flon et la Gare et de la présence d'une voie unique entre la Gare et la station Grancy.

Les simulations ont tout de suite eu une incidence forte sur la conception du système de transport. Le plan de voie initial a été modifié à la Gare, puisque le tiroir central initialement prévu a été remplacé par une communication en avant gare (fig. 2). On a par ailleurs confirmé les performances requises de freinage pour garantir l'arrêt des trains et le respect des distances de sécurité. Finalement, le découpage de la signalisation a été optimisé (implantation des circuits de voie et des signaux).

On a rencontré moins de problèmes à la Sallaz où les simulations ont servi à confirmer les vitesses de circulation sur le tiroir central et lors des approches de fins de voie, des vitesses qui se répercutent aussi sur le dimensionnement du butoir.

Simulation et tests sur le terrain

Les diverses modifications ne pouvaient bien sûr attendre la phase des tests en grandeur réelle pour être validées, car leur éventuelle insuffisance aurait eu des conséquences catastrophiques sur le projet, en terme de coûts et de délais. Les simulations ont ainsi démontré que le système ne permettait de soutenir la performance exigée à la Gare (double carrousel petite boucle 2 min/grande boucle 4 min) qu'avec un retournement[2] par la communication en avant gare pour

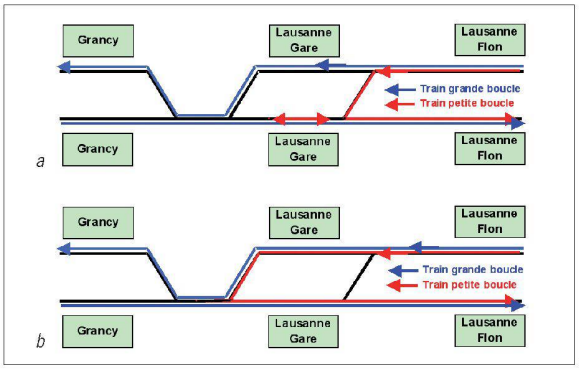


2

les trains de la petite boucle. En revanche, pour le carrousel 3/6 min, il est possible d'inverser les trains de la petite boucle sur la voie unique, ce qui autorise l'utilisation des deux quais à la Gare pour les trains de la petite boucle, un schéma nettement préférable pour les échanges passagers en station (fig. 3).

Les performances ont été testées sur site dans la phase ultime de validation système en suivant un processus d'intégration comprenant successivement les mesures des temps de parcours entre stations, les mesures des temps techniques des automatismes et les tests d'exploitation réelle avec un carrousel 3/6 min. La flotte actuelle n'étant pas suffisante pour réaliser un carrousel 2/4 min complet, les simulations sont utilisées pour définir des conditions de tests aux points critiques des retournements (Ouchy, Gare, Sallaz, Croisettes). L'exploitation et la performance visées ne sont alors testées que sur une zone géographique limitée qui ne nécessite qu'un nombre limité de trains. On valide ainsi les performances à long terme du système complet par consolidations de ces tests sur site « par morceaux ».

Alain Manet, ingénieur ENSEEIHT
Alstom Schienenfahrzeuge AG
Industrieplatz 1, CH – 8212 Neuhausen am Rheinfall



3

[2] On entend par retournement l'inversion de la direction de roulement d'une rame.