



Département COSYS

Lettre d'information du laboratoire ESTAS

Octobre 2020

Département COSYS

Composants et Systèmes

Évaluation des
Systèmes de
Transports
Automatisés et de leur
Sécurité

www.estas.ifsttar.fr/

Dans ce numéro

Édito du directeur

Le CBTC appliqué au
ferroviaire

RECIFE : un modèle
microscopique
d'optimisation du trafic
ferroviaire

Actualités

Congrès

Nouveaux projets

Thèse soutenue

Soutenances de thèse à
venir

Nouvelles thèses

Parution d'articles

Édito du directeur

Au sommaire de ce second numéro, un premier article sur le système « CBTC » de contrôle automatique de la gestion des trains qui permet des gains de capacité importants. Ces gains sont précieux là où la capacité est rare comme dans les zones urbaines denses. Il n'est donc pas étonnant que ce système soit adopté sur la plupart des grands projets Transilien.

Le second article introduit le principe de modélisation microscopique « RECIFE » qui, lui aussi, constitue un levier efficace d'usage parcimonieux de la capacité ferroviaire afin d'offrir plus de services à infrastructure constante.

L'automne est la période où se croisent les jeunes chercheur(se)s qui soutiennent leur thèse et celles et ceux qui s'engagent dans cette nouvelle aventure. Les conditions sanitaires remettent en cause l'organisation des soutenances et les présentations par écrans interposés font perdre une partie de leur solennité. La mise en place d'une diffusion sur Internet facilite la présence d'un public plus large, je vous encourage donc à assister aux soutenances de thèse de Dalay Israel De Almeida Pereira (le 15 octobre) et de Frank Kamenga (le 20 novembre) dont vous trouverez les détails dans cette lettre. En vous souhaitant une très bonne lecture.

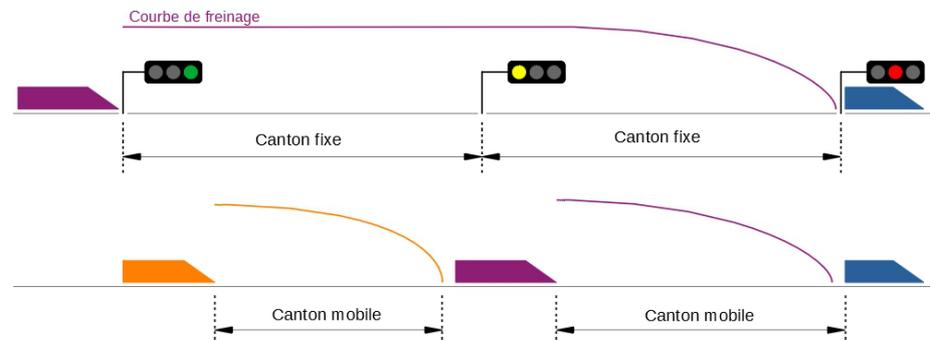
Joaquín Rodriguez, Directeur d'ESTAS

Le CBTC appliqué au ferroviaire - Quel bénéfice apporté à l'exploitation?

Le CBTC (Communication Based Train Control) est un système avec contrôle automatique de la gestion des trains basé sur la communication continue entre les trains et les équipements au sol. Il est actuellement largement utilisé dans les systèmes de transport urbains de type métro. Néanmoins, son déploiement dans le ferroviaire interurbain conventionnel est plus récent. Un atout majeur du CBTC est qu'il apporte une localisation plus précise des trains sur une infrastructure plus complexe que celle des lignes de métro. Ce gain en précision permet ainsi de passer du concept de canton fixe, où l'espacement entre

les trains dépend de la taille des cantons et du nombre d'aspects de signalisation (couleurs des feux), à celui de canton mobile où l'espacement se ramène à un seul canton dont la longueur dépend de la distance de freinage du train suiveur et d'une marge de sécurité. La position et la taille de ce canton sont ainsi recalculées en permanence pour réduire d'avantage l'espacement entre les trains et permet d'augmenter la capacité d'une infrastructure ferroviaire.

Un projet au sein du laboratoire vient de débuter sur ce sujet (cf. rubrique « Nouveaux projets » de cette lettre : "Simulation de l'exploitation des lignes RER B et D avec une régulation optimisée").



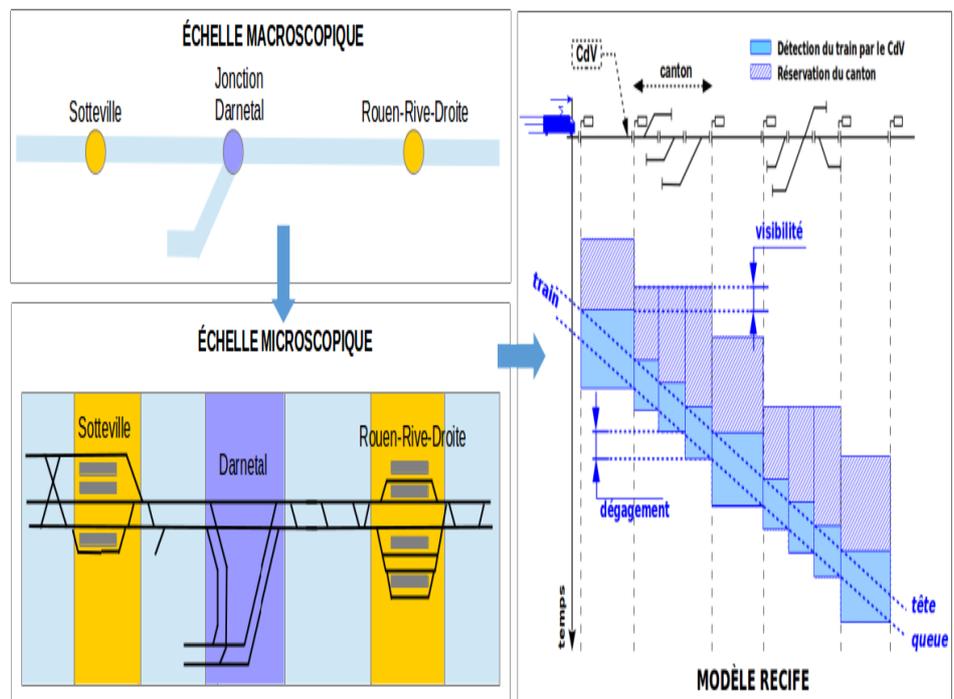
Espacement entre trains : gain de capacité apporté par le CBTC

Contact : [Sonia Sobieraj Richard](#)

RECIFE : un modèle microscopique d'optimisation du trafic ferroviaire

Deux échelles de modélisation sont fréquemment adoptées dans le processus de construction des services ferroviaires. Le niveau macroscopique considère les nœuds du réseau et les événements associés comme les arrivées et départs en gare. Le niveau microscopique considère lui le détail des voies et des éléments d'infrastructure comme les aiguillages, signaux, ou circuits de vois (CdV).

Avec le « modèle RECIFE », le laboratoire ESTAS est pionnier dans l'approche microscopique pour l'optimisation de l'usage de l'infrastructure. Ce modèle définit une « enveloppe de sécurité » du mouvement des trains qui s'adapte aux décisions d'arbitrage de potentiels conflits de circulations. Les performances du modèle ont été validées lors de projets nationaux et européens dans de multiples contextes d'exploitation, sur des jonctions complexes, ainsi que de grandes gares ou lignes. L'intégration d'une signalisation par canton mobile figure parmi les perspectives d'évolution.



Principe de modélisation microscopique "RECIFE"

Contact : [Joaquin Rodriguez](mailto:Joaquin.Rodriguez@estast.fr)

Actualités

Participation au 22ème congrès Lambda-Mu 2020 - e-congrès 13 octobre 2020 - 19 janvier 2021, France

ESTAS a présenté deux communications à la e-conférence Lambda-Mu - 22ème congrès annuel de 2020 :

- Proposition d'une approche orientée modèles pour évaluer la sécurité des systèmes de signalisation ferroviaire utilisant les GNSS, **O. Himrane, J. Beugin, M. Ghazel**
- Démonstration de la sécurité opérationnelle de la téléconduite des trains : contexte, méthodologie et défis, **A. Boussif, S. Collart-Dutilleul, F. Baranowski, J. Beugin, W. Schön.**

Joaquin Rodriguez est président de la session "Outils et méthodes pour la gestion des urgences et la résilience". **Julie Beugin, Joaquin Rodriguez, Laurent Bouillaut** sont membres du comité de programme en tant que représentants de l'Université Gustave Eiffel.

[Pour en savoir plus](#)

Participation à la conférence ESREL 2020 & PSAM 15 - 1 - 6 novembre 2020, Venise, Italie

ESTAS présentera deux communications à la conférence ESREL 2020 à Venise (Italie) :

- [Towards a Model-Based Safety Assessment of Railway Operation Using GNSS Localization](#), **O. Himrane, J. Beugin, M. Ghazel**
- [Allocating imprecise safety targets in satellite-based localization systems used in railway signaling operations](#), **I. Sassi, J. Beugin, M. Sallak, N. Ait Tmazirte.**

Pour en savoir plus ...

Journée thématique « SeSu – Sécurité et Sûreté » - 28 septembre 2020

Le département COSYS organise une série de journées dédiées à ses axes thématiques.

Dans ce cadre, la première demi-journée fut consacrée à la thématique « SeSu – sécurité et sûreté » portant sur la sécurité et la sûreté et leurs interactions dans le domaine des transports et de l'infrastructure. Elle a eu lieu en distanciel le lundi 28 septembre 2020.

Le but de cette demi-journée était de favoriser les échanges et la fertilisation croisée des activités de recherche des laboratoires de l'université Gustave Eiffel sur ce thème.

Nouveaux projets

Simulation de l'exploitation des lignes RER B et D avec une régulation optimisée

Cette étude s'inscrit dans le cadre du projet de modernisation des lignes B et D du RER en phase avec les interconnexions du Grand Paris Express et les augmentations de trafic voyageurs sur le RER D sud. L'objectif de l'étude est d'estimer, à l'aide de simulations, le gain apporté par la signalisation CBTC - NexTEO (canton mobile et pilotage automatique) dans différentes configurations de régulation.

Partenaire : SNCF Réseau.

Contact : [Grégory Marlière](#)

PERFORMINGRAIL est un projet européen soutenu par Shift2Rail qui vise à mettre en œuvre une approche système capable de répondre aux défis de l'implémentation en sécurité des concepts opérationnels ferroviaires de canton mobile et de couplage virtuel.

Partenaires : University of Birmingham, CINI, Mälardalen University, TU Delft, CERTIFER, Eulynx, Rokubun.

Contact : [Julie Beugin](#)

Thèse soutenue

Selim Cormet a soutenu sa thèse intitulée « **Formalisation et résolution du problème de construction de grilles horaires robustes pour les réseaux ferrés denses** » le 29 juin 2020.

Résumé :

La concentration de l'activité économique autour des grandes villes y entraîne une augmentation régulière de la demande en transport. Afin de répondre à cette demande, les entreprises de transports en commun tentent de proposer une offre adéquate, mais celles-ci sont contraintes par la saturation progressive des infrastructures. Dans le cas du transport ferroviaire, l'accroissement du nombre de voyageurs et de trains en circulation a pour conséquence une augmentation du nombre de perturbations au cours de l'exploitation, ainsi que de leur tendance à se propager et à s'amplifier. Il en résulte une qualité de service dégradée pour les usagers et des pénalités financières pour les opérateurs.

Deux leviers peuvent être actionnés pour atténuer les conséquences de ces perturbations : l'application de mesures de régulation pendant la phase opérationnelle, et la construction en amont de plans de transport robustes face aux petits aléas. C'est principalement sur ce dernier point

que porte le travail de la thèse.

Après avoir présenté le fonctionnement de l'exploitation ferroviaire en zone dense et donné une définition d'un petit aléa, nous passons en revue les différents travaux ayant été menés sur le sujet. La grande majorité des cadres conceptuels proposés pour la conception d'horaires robustes ne sont pas adaptés au cas spécifique de la zone dense, c'est pourquoi nous proposons un nouveau modèle sous la forme d'un problème d'optimisation stochastique. Une approche de résolution est ensuite détaillée, en trois étapes. La première porte sur l'estimation des distributions de probabilité des aléas de l'exploitation, à partir de données de retour d'expérience. Dans un second temps, nous utilisons ces distributions dans un outil de simulation stochastique permettant d'évaluer la performance d'une grille horaire donnée. Enfin, cet outil est utilisé comme fonction d'évaluation au sein d'une heuristique de recuit simulé visant à générer automatiquement des grilles horaires robustes.

Pour visionner la soutenance, c'est [ici](#).

Contact : [Joaquin Rodriguez](#)

Soutenances de thèse à venir

Dalay Israel De Almeida Pereira soutiendra sa thèse intitulée "Analysis and Formal Specification of Relay-based Railway Interlocking Systems" le 15 octobre 2020.

Résumé :

Les Systèmes d'Enclenchement Ferroviaire (SEF) basés sur des relais sont des systèmes critiques, ils doivent être spécifiés et leur sécurité doit être prouvée afin de garantir l'absence de dangers lors de leurs exécutions. Toutefois, il s'agit d'une tâche difficile, car les SEF à relais ne sont généralement modélisés que de manière structurelle, de sorte que leur analyse comportementale est effectuée manuellement sur la base des connaissances des experts sur le système. Cependant, l'existence d'une description formelle du comportement des SEF est impérative pour pouvoir effectuer des preuves de sécurité. En outre, comme les SEF informatisés ont tendance à être moins chers, plus faciles à entretenir et à faire évoluer, le secteur ferroviaire a intérêt à ce qu'il existe une méthodologie pour transformer des SEF à relais existants en SEF informatisés. Les méthodologies formelles de spécification sont fondées sur des bases mathématiques solides qui permettent de prouver la sécurité des systèmes. En outre, de nombreux langages de spécification formelle prennent en charge non seulement la vérification, mais aussi la mise en œuvre de ces systèmes par un processus de développement formalisé. Ainsi, les méthodes formelles peuvent être la clé pour prouver la sécurité des SEF et les mettre en œuvre en utilisant des technologies informatiques. Cette thèse aborde deux propositions principales. Premièrement, elle présente une analyse des informations des diagrammes à relais et de la formalisation de la structure et du comportement des SEF basés sur des expressions mathématiques afin de créer un certain niveau de formalisation des systèmes. Le modèle résultant peut être étendu et adapté afin de se conformer à différents contextes ferroviaires et il peut aussi être utilisé afin de soutenir la spécification de ces systèmes dans différents langages de spécification formels. Ensuite, cette thèse présente comment le modèle formel des SEF peut être adapté afin de spécifier formellement ces systèmes selon la méthode B, un langage de spécification formel qui a déjà été utilisé avec succès dans le domaine ferroviaire et qui permet de prouver la sécurité du système et de le mettre en œuvre en tant que système

informatique. En définitive, cette thèse présente une méthodologie complète pour la spécification et la vérification des Systèmes d'Enclenchement Ferroviaire basés sur des relais, en fournissant un support pour la preuve des systèmes dans différents contextes et pour leur spécification et leur mise en œuvre dans de nombreux langages formels différents.

Pour assister à la soutenance en direct (15/10/2020 à 14H00), c'est [ici](#)

Contact : [Simon Collart-Dutilleul](#)

Frank Kamenga soutiendra sa thèse intitulée "Combinatorial optimization for integrating rolling stock management and railway traffic scheduling in passenger stations" le 20 novembre 2020.

Selon les conditions sanitaires, la thèse se déroulera en présentiel ou sera diffusée sur internet.

Contact : [Joaquin Rodriguez](#)

Nouvelles thèses

Gestion optimisée d'une flotte de véhicules autonomes

Cette nouvelle thèse, d'une durée de 3 ans, vise à étudier l'utilisation d'une flotte de véhicules autonomes électriques proposant à la fois un service de transport cadencé classique sur un tronçon principal et un service à la demande sur des portions de réseau périphériques. Le but est de comprendre quel niveau de service peut offrir une telle solution de transport et à quel coût, afin de desservir efficacement des zones périphériques où la demande est faible et/ou intermittente. Début de la thèse: 1er novembre 2020.

Contact : [Pierre Hosteins](#)

Développement d'une démarche d'aide à l'assurance sécurité des trains autonomes

Cette nouvelle thèse, d'une durée de 3 ans, s'effectuera dans le cadre du projet "train autonome-service voyageurs" piloté par Railenium et SNCF. Elle vise à développer une démarche d'aide à l'assurance sécurité des trains autonomes. Cette thèse sera co-encadrée par ESTAS. Début de la thèse: octobre 2020.

Contact : [El-Miloudi El-Koursi](#)

Parution d'articles dans revues

P. Hosteins, R. Scatamacchia, [The stochastic Critical Node Problem over trees](#), Networks (may 2020) 76(3):381-401.

R. Licciardello, N. Adamko, S. Deleplanque, **P. Hosteins**, R. Liu, P. Pellegrini, A. Peterson, M. Wahlborg, M. Zatkan, [Integrating yards, network and optimisation models towards real-time rail freight yard operations](#), Revue Ingegneria Ferroviaria, Juin 2020.

S. Martinez, **D. I. De Almeida Pereira**, **P. Bon**, **S. Collart-Dutilleul**, M. Perin, [Towards safe and secure computer based railway interlocking systems](#), International Journal of Transport Development and

Integration, Volume 4 (August 2020), Issue 3, DOI:10.2495/TDI-V4-N3-218-229.

S. Debbech, S. Collart-Dutilleul, P. Bon, [An Ontological Approach to Support Dysfunctional Analysis for Railway Systems Design](#), Journal of Universal Computer Science, Vol. 26 (2020), No. 5.

A. Boussif, **M. Ghazel** and J.C. Basilio, [Intermittent fault diagnosability of discrete event systems: an overview of automaton-based approaches](#), Discrete Event Dynamic Systems, Springer, 44 pages, September 2020.

P. Bazeghi Kisomi, F. Bedel, **M. Ghazel**, Système d'aide à la conduite automobile aux passages à niveau, Revue Générale des Chemins de Fer (RGCF), N° 306, Août 2020, pp. 78-86.

Université Gustave Eiffel - ESTAS 20 rue Elisée Reclus BP 70317 F-59666 Villeneuve d'Ascq Cedex
Lettre coordonnée par Marielle Cuvelier et Sonia Sobieraj Richard
[Inscription](#) / [Désinscription](#) / [Changement d'adresse](#) / [Suggestions-Avis](#)