

Compte rendu du séminaire du 23 juin 2011

GERI « Innovations dans les transports guidés urbains et régionaux »

Présents : voir liste des participants en annexe

1 Proposition d'ordre du jour

1°) Court exposé introductif de Claude Soulas (GRETTIA) : les thématiques de la journée replacées dans le contexte plus général des principaux sujets pluri-disciplinaires traités par le GERI

2°) Exposés-débats autour des 2 grandes thématiques suivantes :

- diagnostic et maintenance dans les transports guidés plus particulièrement urbains et régionaux (diagnostic des aiguillages, maintenance du rail, ...) ;
Exposés-discussion avec Allou Same (GRETTIA) et Laurent Bouillaut (GRETTIA)

- la sûreté dans les transports guidés plus particulièrement urbains et régionaux, problèmes de résilience en cas d'attentats ou incendie, et présentation du projet européen "Secure Metro" ;
Exposés-discussion avec Fabrice Hamelin (DEST) et Jean Claude Bruyelle (LEOST)

3°) Echanges divers sur les transports guidés urbains et régionaux

2 Synthèse de la journée

Il convient au préalable de rappeler l'évolution du GERI (ex PFI) ITGUR intervenu ces deux dernières années : les échanges thématiques qui avaient lieu quatre fois par an sur des sujets divers ont été ouverts à toutes les personnes de l'INRETS, et maintenant de l'IFSTTAR, qui souhaiteraient y participer. Le même état d'esprit a été conservé c'est à dire que le nombre d'exposés est volontairement très réduit, afin de laisser beaucoup de temps pour les questions, les échanges et le débat, contrairement à ce qui est souvent le cas dans les colloques ou séminaires plus classiques. Ces échanges intenses et variés ne sont pas retranscrits dans le présent compte rendu : il se limite à un résumé de chacune des interventions, et les diaporama des présentations sont mises sur le site du GERI.

La liste des participants jointe en annexe montre que 35 personnes de huit unités de recherches différentes ont pu participer, bien qu'un certain nombre de personnes étaient excusées du fait du télescopage de réunions suite à une période très chargée, du fait notamment des séminaires de connaissance mutuelle : par exemple le GERI territoire a eu lieu le même jour.

Le point 3 de l'ordre du jour (échanges divers sur les transports guidés urbains et régionaux) a été traité très rapidement du fait de la priorité donnée aux exposés-débats. Il a été fait référence entre autre à la prise en compte des transports guidés urbains et régionaux au sein des séminaires de connaissance mutuelle.

3 Résumé des exposés

3.1 Résumé de l'exposé introductif, Claude Soulas GRETTIA

Puisque la journée était focalisée autour de deux grandes thématiques donnant lieu chacune à deux exposés, l'une plus axée sciences de l'ingénieur, l'autre plus axée sciences humaines et sociales, il était important de les replacer dans la diversité des thématiques abordées au sein du GERI. Il s'agit là de deux thèmes très importants pour les transports guidés urbains et régionaux, dont le deuxième n'avait jamais été abordé au sein du GERI ou la PFI ces dernières années : il faut remonter encore une dizaine d'années en arrière, avec le thème fédérateur "amélioration de la qualité de l'offre des transports collectifs, plus particulièrement urbains et régionaux", où des travaux avaient été effectués sur les problèmes d'insécurité entre 1997 et 1999. On retrouve là une double polarité entre, d'une part la mise en perspective des approches technologiques et des approches sciences humaines, d'autre part le double objectif d'amélioration intrinsèque des transports guidés urbains et régionaux et d'accroissement de leur usage dans une perspective de développement durable. Ceci ne va pas forcément de soi : une approche trop restrictive de la sûreté pourrait au contraire, dans certaines conditions, conduire à une érosion de la fréquentation des transports collectifs, par exemple du fait d'effets pervers des plans Vivipirate.

3.2 Résumé « diagnostic des aiguillages de rails par reconnaissance des formes », Allou Same GRETTIA

Le diagnostic des composants de l'infrastructure ferroviaire est un sujet d'importance pour les opérateurs qui cherchent à anticiper les arrêts d'exploitation et mieux planifier leurs actions de maintenance. Nous avons ainsi été amenés, dans le cadre du projet « Switch-RdF » mené en collaboration avec la SNCF, à développer un outil d'aide au diagnostic du mécanisme d'aiguillage des rails qui est un composant impactant considérablement la disponibilité du réseau ferré urbain et régional. L'outil développé s'appuie sur l'analyse des mesures de puissance

consommée par les moteurs électriques lors des manœuvres, et qui sont acquises via des capteurs puis rapatriées dans des centres de contrôle commande. En effet, des études menées en amont du projet avaient prouvé que la variation temporelle des efforts requis lors des manœuvres pouvait permettre de diagnostiquer les principaux dysfonctionnements (déréglage des tringles de manœuvre, manque de graissage des pièces mécaniques, problèmes électriques sur le moteur, dysfonctionnements liés au nivellement). Le diagnostic proprement dit a été effectué par une approche à bases de « reconnaissance des formes » qui permet de tirer profit des bases de données disponibles (plusieurs courbes de puissance) associées à des connaissances expertes sur le système. Cette approche a été testée avec succès sur un aiguillage issu d'un centre de formation de la SNCF, ce qui est très prometteur pour la suite du projet. Une approche similaire est d'ailleurs en train d'être examinée dans le cadre du diagnostic des portes d'accès voyageurs du Transilien circulant en Ile de France, où cette fois-ci l'évolution de la puissance consommée lors des cycles d'ouverture et fermeture des portes est analysée.

3.3 Résumé “Maintenance dans les transports guidés, exemple du rail dans le metro”, Laurent Bouillaut GRETTIA

Domaine relativement récent, la théorie de la maintenance, telle qu'elle est envisagée de nos jours, trouve ses fondements dans le développement des secteurs à risque (tels que le nucléaire) au cours de années 70. Avant cela, on ne parlait que de réparation (1900) puis d'entretien (après guerre).

La complexification des systèmes industriels et le besoin, toujours plus grand, de maîtriser leurs disponibilité et sécurité ont fait de la maintenance un point clé de bien des secteurs industriels et notamment du monde ferroviaire.

Souvent basées sur un compromis entre maintenances corrective et préventive systématique les acteurs ferroviaires s'intéressent de plus en plus à l'amélioration de leurs politiques de maintenance et à l'optimisation de ses paramètres. En effet, si une bonne maintenance permet généralement de garantir sécurité, disponibilité... du système, elle représente également des enjeux économiques très intéressants, renforcés par le contexte ferroviaire actuel (séparation de la gestion de l'infrastructure et de l'exploitation, vente des matériels roulant comprenant le service de maintenance...).

L'évolution des technologies facilitant l'instrumentation des systèmes, le stockage et l'analyse des données de retour d'expériences... permet une meilleure compréhension du comportement des systèmes considérés. Il est alors envisageable de mettre en place des politiques de maintenance plus « évoluées » telles que des approches préventives conditionnelle (adossée à des prises de mesure décrivant l'état courant du système) ou prévisionnelle (exploitant conjointement les estimations des états courant et passés du système et un modèle de dégradation permettant de

prévoir le comportement à venir du système étudié).

Pour répondre aux nouveaux besoins d'outils d'aide à la décision pour l'optimisation de la maintenance, l'équipe *Diagnostic et Maintenance* a développé l'approche VirMaLab (atelier virtuel de maintenance) pouvant être appliquée à la plupart des systèmes complexes (multi-composants, multi-états) [1]. Différentes applications ferroviaires de cette approche ont été réalisées, principalement pour la maintenance du rail [2] [3] [3]. Des travaux en cours s'intéressent au développement d'un outil *VirMaLab* dédié à l'optimisation de la maintenance des accès voyageurs sur un matériel roulant.

3.4 Résumé «Les politiques de sûreté dans les transports guidés », Fabrice Hamelin, DEST

Les incidents de sûreté renvoient aux actes de délinquance et de malveillance qui touchent les personnes (usagers et agents des opérateurs) mais également les infrastructures et les matériels roulants. La question de la prévention des atteintes volontaires aux personnes et aux biens n'est pas récente concernant les transports et la mobilité. Pour autant, elle a longtemps été éclipsée au profit d'une recherche continue d'une meilleure sécurité technique. Cette question a été (re)découverte au tournant des années 1980-1990 (cf. la problématique des « incivilités » touchant les mass transit system des pays occidentaux). Dix ans plus tard, les attentats terroristes contre les systèmes de transport renouvellent le questionnement. Les enjeux de sûreté s'inscrivent donc dans un continuum allant de la délinquance ordinaire, quotidienne à la menace terroriste.

Pour répondre aux défis de la sûreté dans les transports guidés, il ne suffit pas de s'interroger sur la menace ou les risques existants à un moment donné. Il faut aussi tenir compte de la manière dont sont conçues et pilotées les politiques de sûreté. L'analyse présentée ici comprend donc deux temps : 1) une réflexion d'ordre analytique autour du gouvernement de la sûreté, visant à montrer que la prise en charge des nouveaux défis de sûreté n'est jamais une réponse aux seuls changements de l'environnement et de la menace ; 2) une réflexion d'ordre plus dynamique (diachronique) visant à montrer qu'il y a autant d'éléments de continuité que d'éléments de changement dans les politiques de sûreté des infrastructures guidées.

Deux principaux modes de résolution des problèmes de sûreté existent : l'aménagement des réseaux et de leur environnement (véhicules, infrastructures) pour réduire les opportunités de délits et l'exposition aux risques, pour accroître aussi la résilience du système de transport (Crime Prevention Design) ; la mobilisation des ressources humaines, celle de la « famille policière élargie » mais aussi l'enrôlement des usagers (Order Maintenance Policing). Ces deux stratégies soulèvent des questions complexes de gouvernance de la sûreté. La nouvelle gouvernance de la sûreté apparaît alors plus négociée que partagée et dans ces

négociations, entre partenaires publics et privés, les pouvoirs publics conservent des ressources déterminantes.

Les attentats du 11 septembre 2001, de mars 2004 (Madrid) et juillet 2005 (Londres) ont mis l'accent sur la sûreté des infrastructures et réseaux de transport. Ils introduisent également une rupture dans l'ordonnancement de la sécurité publique. Ils bouleversent les modes de régulation et de communication ainsi que les cadres de références habituels et exigent la mobilisation de tous les acteurs dédiés à la défense, à la sécurité publique et civile. Pour autant, en France, cet appel au changement n'empêchent pas une grande stabilité de l'architecture construite depuis le milieu des années 1980 et se traduit par le renforcement du pôle policier et judiciaire par rapport au pôle de la défense et aussi par rapport aux solutions technologiques et architecturales.

3.5 Résumé “Le projet Européen SECUREMETRO”, Jean Luc Bruyelle, LEOST

SecureMetro est un projet PCRD impliquant ESTAS, LEOST et DEST, qui a débuté début 2011 et se terminera fin 2012. Il vise à améliorer la résilience des rames de métro aux attentats à la bombe et aux attaques incendiaires, et à améliorer la gestion de la crise pour les passagers. Un objectif majeur est de protéger les passagers contre les différents effets :

- Propulsion de débris.
- Dommages structurels, effondrement du véhicule.
- Déraillement, immobilisation en tunnel.
- Effets sur le comportement humain.

Les aspects mécaniques sont pris en compte par la sélection des matériaux capables d'absorber l'énergie et d'éviter la formation de projectiles tranchants, et par l'aménagement intérieur afin de limiter la propagation du souffle et des débris. On s'efforce aussi de protéger les systèmes critiques pour pouvoir avancer jusqu'à une station, où l'évacuation est beaucoup plus facile qu'en tunnel.

Le comportement des passagers après un attentat est un point très important. Les études existantes dans ce domaine réfutent l'idée répandue d'une panique collective systématique, et définissent quatre conditions qui doivent être réunies pour qu'elle puisse se produire :

- Perspective d'être bloqué (et non pas être effectivement bloqué).
- Crainte de conséquences immédiates.
- Isolement (ne pas pouvoir recevoir d'aide).
- Impuissance (être privé de moyens d'action).

Les mesures à prendre sont donc liées à l'évitement de ces quatre conditions, en prévoyant le pire cas (une rame immobilisée en plein tunnel) pour définir les fonctions critiques :

- Moyens d'évacuation (portes renforcées, opérables de l'intérieur).
- Assurer la survie du conducteur (loge de conduite renforcée).
- Eclairage de secours.
- Communications rame-PCC, même en tunnel et sans câble rayonnant.
- Trousse de secours.

Une rame modifiée selon ces principes est en cours de conception, et des essais impliquant une explosion réelle sont prévus à la fin de cette année. Pour plus d'informations, le projet Securemetro a un site internet : <http://securemetro.com>.

4 Prochain séminaire / réunion

Le 17 novembre à Marne la Vallée, de 10h à 16h30

5 Annexe : Liste des participants

| Nom | Prénom | Unité |
|----------------|------------------|---------------|
| HAMELIN | Fabrice | DEST |
| POTIER | Françoise | DEST |
| AUBERT | Didier | LEPSIS |

| | | |
|------------------|-------------------|----------------|
| ABOURS | Sylvie | GRETTIA |
| BOUILLAUT | Laurent | GRETTIA |
| BHOURI | Neïla | GRETTIA |
| CHEIFETZ | Nicolas | GRETTIA |
| CHOLLET | Hugues | GRETTIA |
| DEBUCQUOI | Sébastien | GRETTIA |
| MAUPU | Jean-Louis | GRETTIA |
| ROZAS | Rony | GRETTIA |
| SAME | Allou | GRETTIA |

| | | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| SAUMTALLY | Tibye | GRETTIA |
| SEBES | Michel | GRETTIA |
| SOULAS | Claude | GRETTIA |
| BIED-CHARRETON | Dominique | LTN-Satory |
| BUTTERBACH | Stéphane | LTN-Satory |
| DE BERNARDINIS | Alexandre | LTN-Satory |
| FRAPPE | Emmanuel | LTN-Satory |
| KAUV | Juliette | LTN-Satory |
| KOLLI | Abdelfatah | LTN-Satory |
| VULTURESCU | Bogdan | LTN-Satory |
| BON | Philippe | ESTAS |
| AVELLA CASTIBLANCO | Jorge | LEOST |
| BERBINEAU | Marion | LEOST |
| BRUYELLE | Jean-Luc | LEOST |
| DENIAU | Virginie | LEOST |
| DUDOYER | Stephen | LEOST |
| TATKEU | Charles | LEOST |
| SEETHARAMDO | Divitha | LEOST |
| WAHL | Martine | LEOST |
| LOZADA | Fernando | LVMT |
| FONTAINE | Hélène | DD/MLV |
| CAMBILLAU | Gérard | Direction Valorisation |
| SCHMITT | Dominique | DG/Chargé de mission |