

Institut français
des sciences et technologies
des transports, de l'aménagement
et des réseaux

Présentation du laboratoire COSYS/ESTAS de l'IFSTTAR

Séminaire de Connaissance Réciproque (SCR)
28 novembre, 2017

Joaquín Rodríguez



IFSTTAR

Le laboratoire ESTAS

ESTAS

=

Évaluation des Systèmes de Transports Automatisés et de leur Sécurité

ESTAS

Thématiques

Projets EU

Attente sociale

Service de transport guidé **sûr, performant et à moindre coût** pour l'environnement, les voyageurs et les marchandises.

Objets de recherche

Deux sous-systèmes des **systèmes de transport guidés** :

- ▶ Les dispositifs de **contrôle commande** embarqués et au sol,
- ▶ Le **plan de transport**.

Objectifs

1. Une approche système de la **gestion de la sécurité et de la sûreté** des transports guidés applicable aux matériels, aux logiciels et aux organisations,
2. Optimiser la conception et la mise en oeuvre du **du plan de transport** du système ferroviaire,
3. Favoriser le déploiement de **nouveaux services et la complémentarité** avec les autres modes de transport.



Le laboratoire ESTAS

Objectifs

ESTAS

Thématiques

Projets EU

→ «Approche système» - Intégration performances et sécurité



→ Disciplines scientifiques = $\left\{ \begin{array}{l} \text{Automatique, Informatique} \\ + \\ \text{Démarche multidisciplinaire} \end{array} \right.$

→ **Mots-clés** : sûreté de fonctionnement, systèmes à événements discrets, ingénierie système, approches formelles, recherche opérationnelle, intelligence artificielle, simulation

Le laboratoire ESTAS

ESTAS

Thématiques

Projets EU

Équipes

- ▶ Approche Système de la Sécurité
- ▶ Assistance technique, Évaluation, Sécurité
- ▶ Exploitation et Intermodalité

Effectif ESTAS_(09/2017)

- ▶ 16 permanents (10 chercheurs et 6 ITA)

Approche Système de la Sécurité	2 DR, 3 CR, 1 IR
---------------------------------	------------------

Assistance technique, Évaluation, Sécurité	1 DR, 2 IR
--	------------

Exploitation et Intermodalité	1 DR, 3 CR, 2 IE
-------------------------------	------------------

Équipe d'appui	1 AI
----------------	------

- ▶ 12 contractuels (7 Doctorants, 5 CDD)

Approche Système de la Sécurité

Harmonisation et formalisation des études de sécurité

- ▶ Définition des objectifs de sécurité
- ▶ Comment décliner les objectifs de sécurité sur les fonctions et les sous-systèmes ?
 - ↪ **Recommandations méthodologiques**
 - Projet Deufrako ANR ROSA (Railway Optimisation Safety Analysis)
 - Projet européen MODSAFE (Modular urban transport safety and security analysis)
 - Projet EPSF - SIL (Safety Integrity Level – niveau d'intégrité de sécurité)

ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU



Approche Système de la Sécurité

Interaction sécurité et sûreté

- ▶ Risques «sûreté»
 - Attaques terroristes
 - Intrusions, suicides

↪ **Mesures d'intégration des exigences de sûreté dans la gestion de la sécurité des systèmes de transport**

Projets européens :

SECUREMETRO RE(H)STRAIN

RESTRAIL

SECRET

SELCAT

ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU

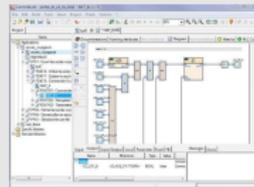
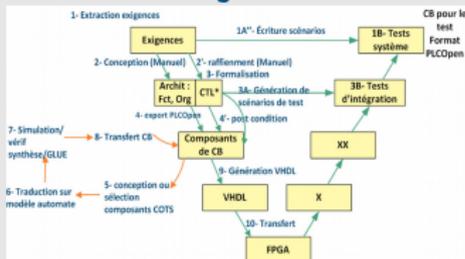
Approche Système de la Sécurité

Ingénierie système de contrôle/commande

- Spécifications/vérifications des exigences à l'aide d'outils formels ou semi-formels (Automates, Réseaux de Petri, SysML, Notation B, ...)

↪ **Formulation d'exigences** sous la forme de contraintes booléennes, **solveur SAT** pour l'analyse de la cohérence

↪ **Projet Ferrocots :**



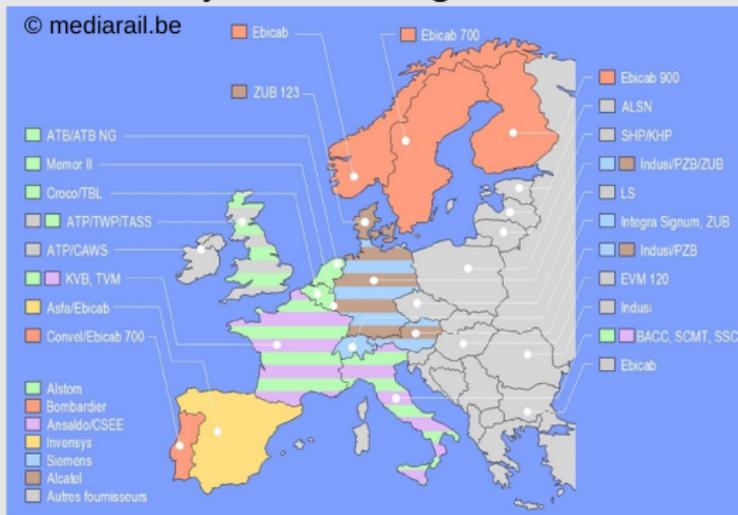
Fonction «Accès voyageurs»/architecture FPGA

Méthodologie basée sur «model checking»

Approche Système de la Sécurité

Formalisation du processus de validation d'ERTMS

- ▶ Différents systèmes de signalisation → ERTMS/ETCS



Systèmes de signalisation européens

Approche Système de la Sécurité

Formalisation du processus de validation d'ERTMS

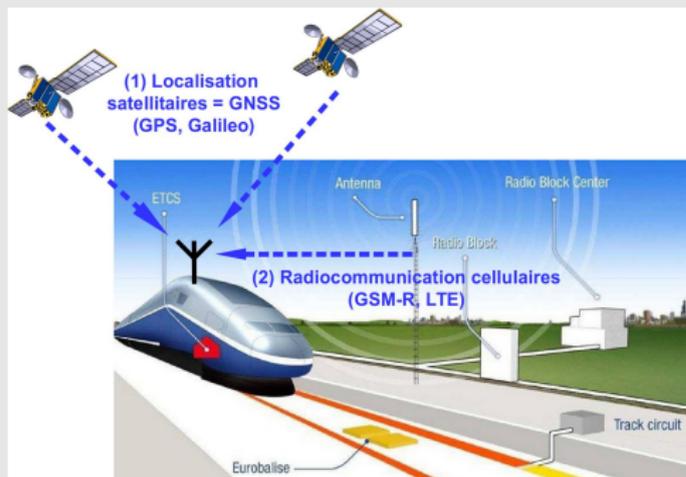
- ▶ Différents systèmes de signalisation → ERTMS/ETCS
- ▶ Traçabilité et ingénierie formelle des exigences
 - ↪ Modélisation à base de **Réseaux de Petri**, notations **SysML**
 - ↪ **Vérification d'invariants de sécurité** à partir de spécifications B issues de transformations de modèles RdP et SysML
 - ↪ **Plateforme de simulation** ERTMS/ETCS (tests de composants, règles d'exploitation, ...)



Approche Système de la Sécurité

Analyse et évaluation de sûreté de fonctionnement de systèmes sans fil

- ▶ Deux types de «systèmes sans fil» :
 - (1) Systèmes satellitaires,
 - (2) Les systèmes cellulaires pour la communication.



Approche Système de la Sécurité

Analyse et évaluation de sûreté de fonctionnement de systèmes sans fil

- ▶ Deux types de «systèmes sans fil» :
 - (1) Systèmes satellitaires,
 - (2) Les systèmes cellulaires pour la communication.

↔ **Méthode standardisée de preuve** des exigences de sûreté de fonctionnement :

- Modèles à événements discrets en réseau de Petri,
- Modèles analytiques probabilistes.



Exploitation et Intermodalité

Problèmes d'optimisation combinatoire de l'exploitation ferroviaire

- ▶ Gestion opérationnelle du trafic ferroviaire
↔ Formulation(s) mathématique(s) de problème(s) de résolution de conflits.
- ▶ Intégration des problèmes de définition de ligne et de génération de grille horaire
- ▶ Problème d'évaluation de la capacité de l'infrastructure ferroviaire,
- ▶ Optimisation de la consommation énergétique.

ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU



Exploitation et Intermodalité

Services d'information et systèmes de mobilité

- ▶ Proposer des solutions innovantes de services
 - ↪ **Personnalisation du Système d'Information Multimodale (SIM)**
 - ↪ **Borne Viatic**

Le portail de services & borne Viatic



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

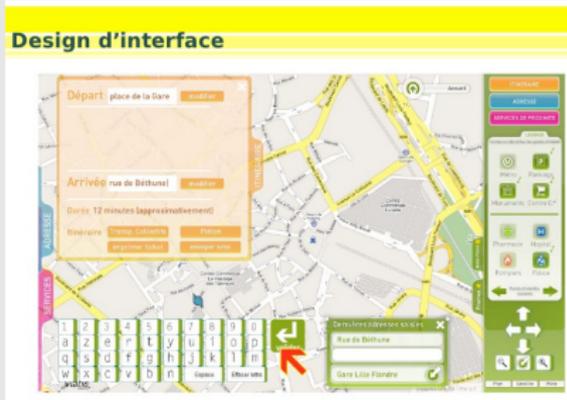
Expertise

Projets EU

Exploitation et Intermodalité

Services d'information et systèmes de mobilité

- ▶ Proposer des solutions innovantes de services
 - ↔ **Personnalisation du Système d'Information Multimodale (SIM)**
 - ↔ **Borne Viatic**



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU

Exploitation et Intermodalité

Services d'information et systèmes de mobilité

- ▶ Proposer des solutions innovantes de services
 - ↔ **Personnalisation du Système d'Information Multimodale (SIM)**
 - ↔ **Borne Viatic**
- ▶ Projet de recherche-action :
Cismop (Co-conception et Innovations pour les Services de Mobilités en Péri-urbain),
 - ↔ Améliorer les transports du quotidien dans le bassin minier, sur la commune de Loos en Gohelle.

ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU



Assistance technique Évaluation Sécurité

Donneurs d'ordres

- ▶ Ministère chargé des transports ou ses services spécialisés
- ▶ CERTIFER (agence française de certification ferroviaire)
- ▶ AOT, industriels, exploitants, ...

ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU



Assistance technique Évaluation Sécurité

Domaines de compétences

- ▶ Contrôle-Commande (Hardware Software)
- ▶ Signalisation
- ▶ Exploitation
- ▶ Maintenance
- ▶ Matériel Roulant (Caisse Freinage)
- ▶ Voie
- ▶ Système



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU



Assistance technique Évaluation Sécurité

Principaux systèmes évalués (1/3)

↳ **Systèmes VAL et automatismes de métros**

- ▶ VAL Lille, Toulouse, Rennes, Turin, SAT Roissy, Orly, Chicago, Véhicule 208 NG
- ▶ MAGGALY : ligne D de Lyon, Rénovation des lignes A et B de Lyon
- ▶ Paris METEOR Ligne 14, RER A, B, C, D, automatisation des lignes 1, 3, 5, 13
- ▶ Métro de Lisbonne, Automatic Train Protection (ATP) Ligne 2 du métro du Caire
- ▶ Contrôle de vitesse Bruxelles
- ▶ ATP Siemens (CBTC) pour Budapest
- ▶ ATP (CBTC) pour Alger



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU

Assistance technique Évaluation Sécurité

Principaux systèmes évalués (2/3)

↳ Tramways et bus guidés

- ▶ Bus à guidage Optique de Rouen, Clermont-Ferrand et à guidage magnétique Phileas Douai
- ▶ Tramways de Grenoble, de Bordeaux, Reims et Anger (Alimentation Par le Sol)
- ▶ Tramway sur pneus St.Denis - Sarcelles (Translohr)



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU

Assistance technique Évaluation Sécurité

Principaux systèmes évalués (3/3)

↪ Trains et lignes à grande vitesse, postes d'aiguillage

- ▶ TGV POS, ICE 3, ETR 500, Série des Locomotives PRIMA
- ▶ Lien TransManche, CTRL : Ligne Grande Vitesse (LGV) anglaise
- ▶ ATP TGV Nord et ATP ligne Méditerranée (SEI),
- ▶ ERTMS base France, LGV Est Européenne
- ▶ Constituants ERTMS : Odométrie, Balises, Calculateurs
- ▶ Postes d'aiguillage informatisés SNCF PAI, PIPC et PAI GG.
- ▶ Signalisation Plateforme Delta 3



ESTAS

Thématiques

Sécurité

Exploitation et Intermodalité

Expertise

Projets EU

Projets Européens

Panorama de notre implication

ESTAS

Thématiques

Projets EU

