



Evaluation de l'état de santé d'un système cyber-physique mobile par un agent virtuel embarqué : application au domaine ferroviaire

Corentin Gely, Damien Trentesaux, Antoine Le Mortellec, Olivier Sénéchal

Workshop SuferLab Janvier 2019,
LAMIH UMR CNRS 8201,
à Valenciennes,
le 31 Janvier 2019



Sommaire



1. Contexte général
2. Positionnement de la thèse dans SurferLab
3. Objectifs de la thèse
4. Train Intelligent
5. Train Communiquant
6. Conclusion et perspectives



Contexte général



Thèse académique (laboratoire SurferLab) et industrielle (société PROSYST)

- Début de thèse : 01/10/2018
- Directeur de thèse : Pr. Damien Trentesaux
- Co-encadrants LAMIH : Olivier Sénéchal
- Co-encadrants Prosyst : Frédéric Grzesiak, Khaled El Sanwar, Antoine Le Mortellec

SurferLab est soutenu par le CNRS et labélisé i-Trans. Il est cofinancé par l'Union européenne avec le Fonds européen de développement régional.



SurferLab

Laboratoire en intelligence distribuée pour les systèmes de transport



surferlab@univ-valenciennes.fr
www.surferlab.fr

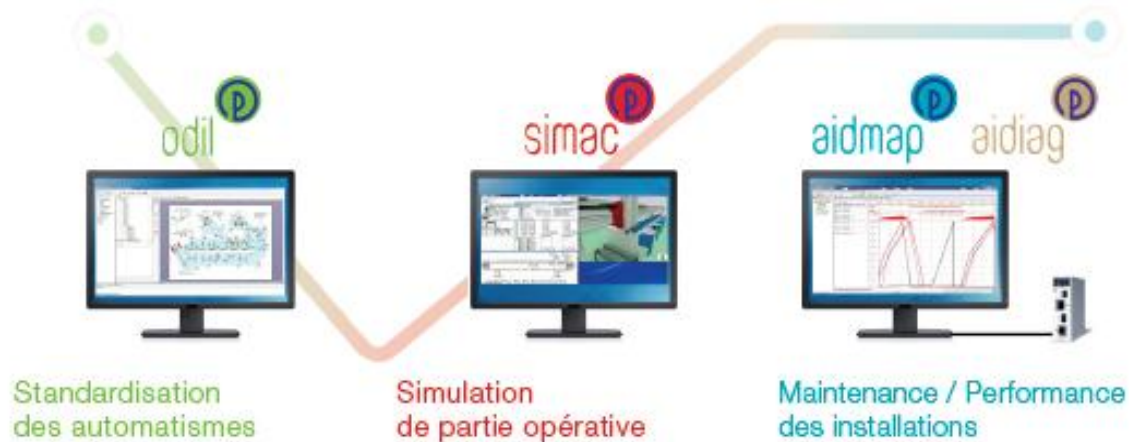


Contexte général



PROSYST

- PME créée en 1986, 20 collaborateurs
- Spécialisée dans la performance industrielle
- Développement de produits et services tout au long du cycle en V
- Faisant parti d'IGE-XAO, par extension de Schneider Electric



Positionnement de la thèse dans SurferLab



- **Axe 1 : vers une maintenance connectée**
- **Axe 2 : apprentissages et modèles**
- **Axe 3 : intégration conception/cycle de vie du produit (PLM)**



Positionnement de la thèse dans SurferLab



Axe 1 : vers une maintenance connectée

- **Thème 1:**

Développer des solutions technologiques numériques embarquées dans des systèmes de transport intelligents, au service d'une organisation humaine

- **Thème 2:**

Développer de nouveaux métiers et services pour optimiser la maintenance d'une flotte



Objectifs de la thèse

Train Augmenté =

- **Train Intelligent**

- Situation actuelle : traitements débarqués ("intelligence" au sol)
- Objectifs : embarquer des fonctions de traitements pour des services d'aide à l'exploitation, à la remise en service et à la maintenance

- **Train Communicant**

- Situation actuelle : absence de services en embarqué
- Objectifs : train capable de rendre compte de son état à un opérateur de maintenance et capable de collaborer avec lui pour le guider dans ses tâches



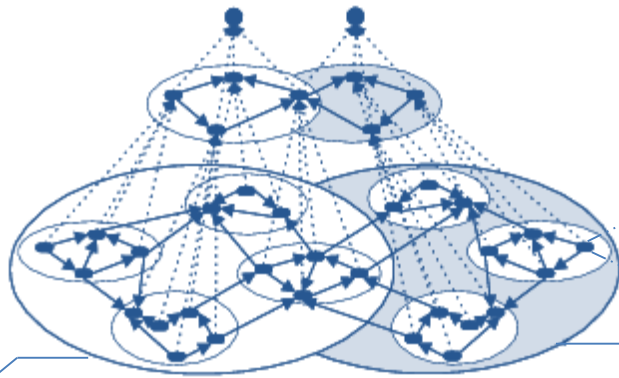
Le train devient acteur de sa maintenance au sein de sa flotte

Train Intelligent



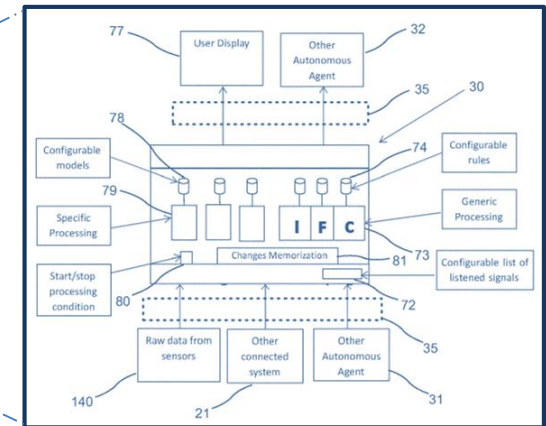
Architecture de surveillance Surfer (ALM 2014/brevet commun) :

- Des agents logiciels hiérarchisés embarquent une connaissance sur les équipements du train à surveiller.
- Ils communiquent entre eux et avec les centres de maintenance



Système Train

Agents Autonomes



Un Agent Autonome*

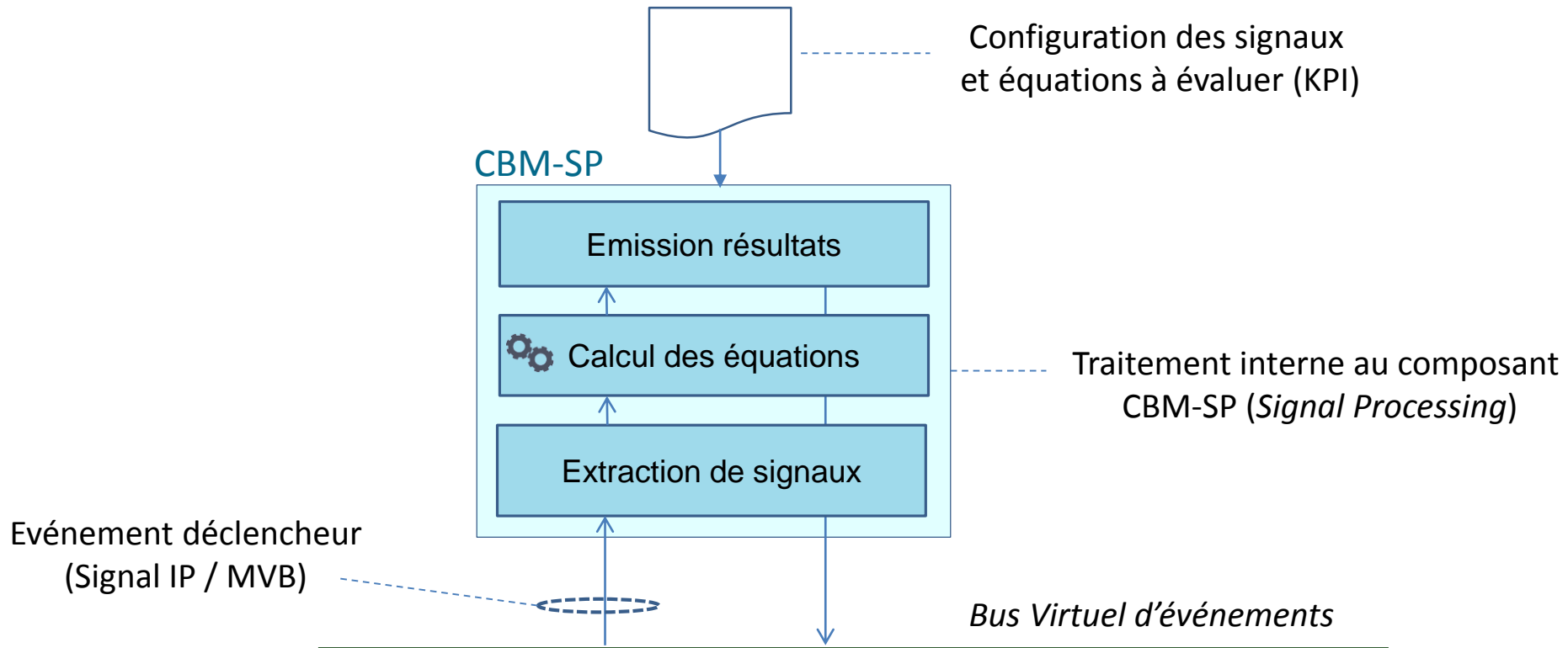
*Brevet WO 2017/211593 A1: System and method for the asset management of railway trains



Train Intelligent

Instanciation du modèle de composant :

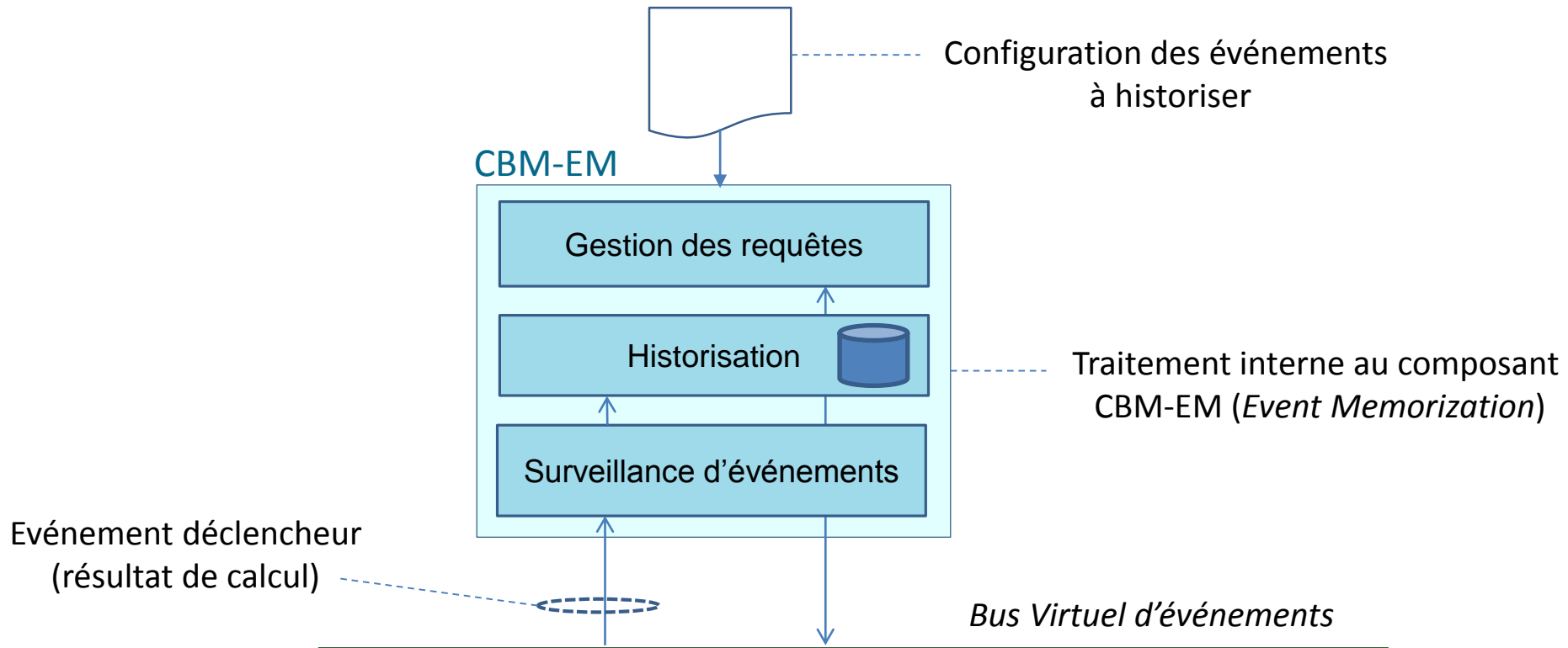
- Développement d'un composant générique de traitement : CBM-SP



Train Intelligent

Instanciation du modèle de composant :

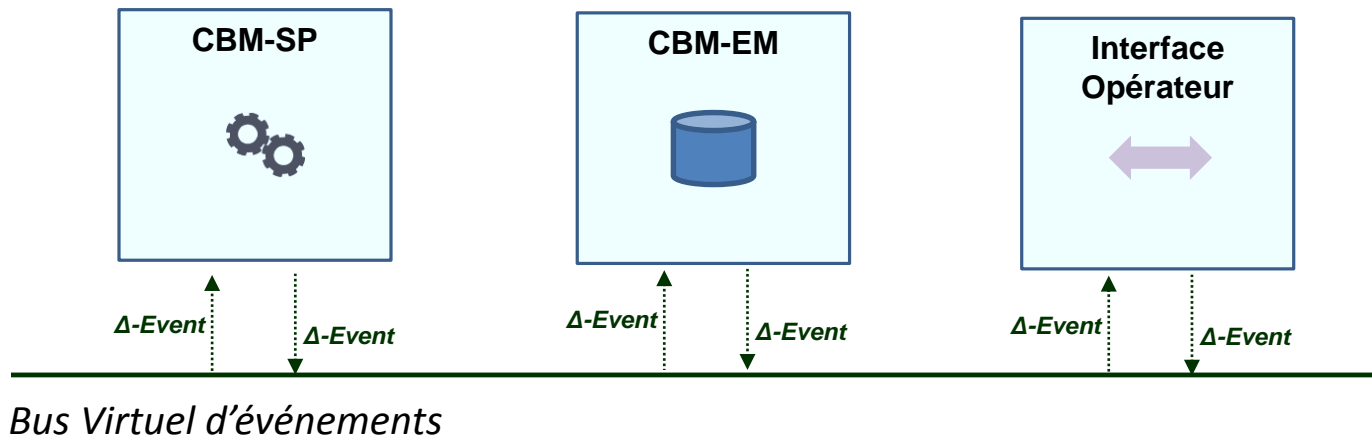
- Développement d'un composant de stockage d'événements : CBM-EM



Train Intelligent

Exemple d'interactions entre composants

- Historisation des temps d'activation d'un organe du train sur une mission
- Comparaison à des seuils de référence, génération d'alertes
- Communication des résultats à la demande d'un opérateur



Train Communiquant

BOMBARDIER
l'évolution de la mobilité



Prosyst

Master of system automation

Université Polytechnique
HAUTS-DE-FRANCE

Le train intelligent peut communiquer avec différents acteurs :

- **A bord du train**
 - Conducteur
 - Personnel de bord
 - Agent de maintenance...
- **A proximité du train**
 - Agent d'atelier
 - Dépanneur
 - Personnel de maintenance...
- **Au sol**
 - Superviseur de la flotte
 - Planificateur de maintenance
 - Ingénieur système
 - Expert...

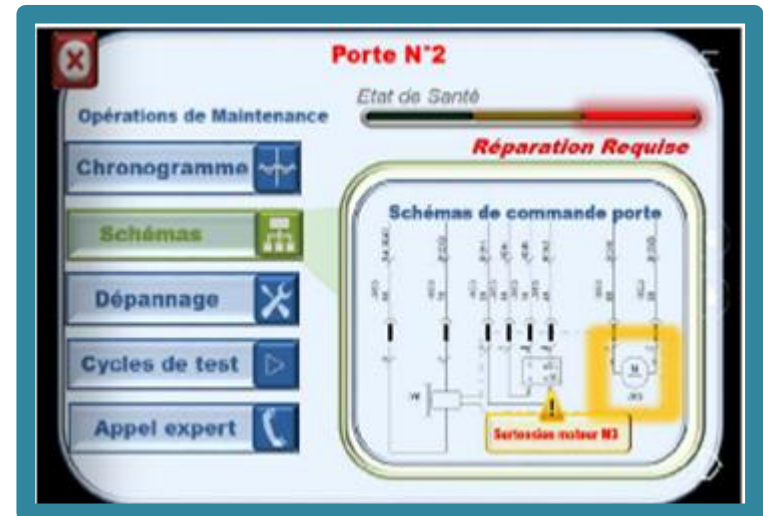
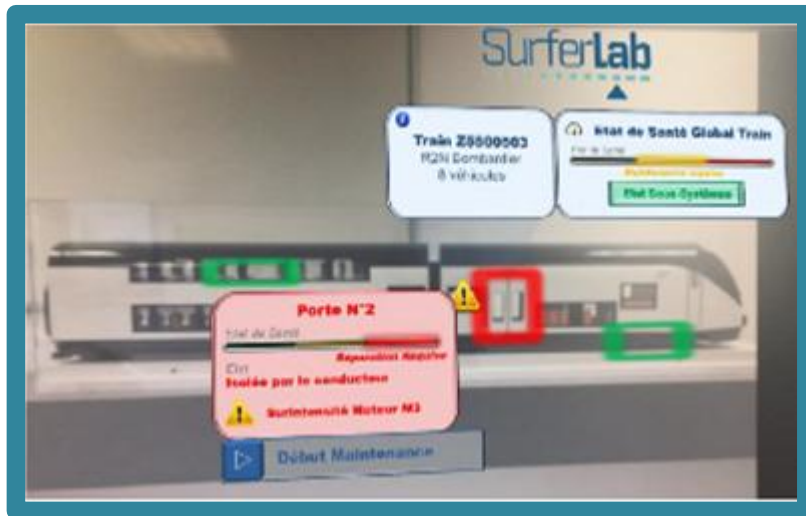


Train Communiquant



Démonstrateur en réalité augmentée

- Interactions train-opérateur via une application de RA sur tablette



Train Communiquant

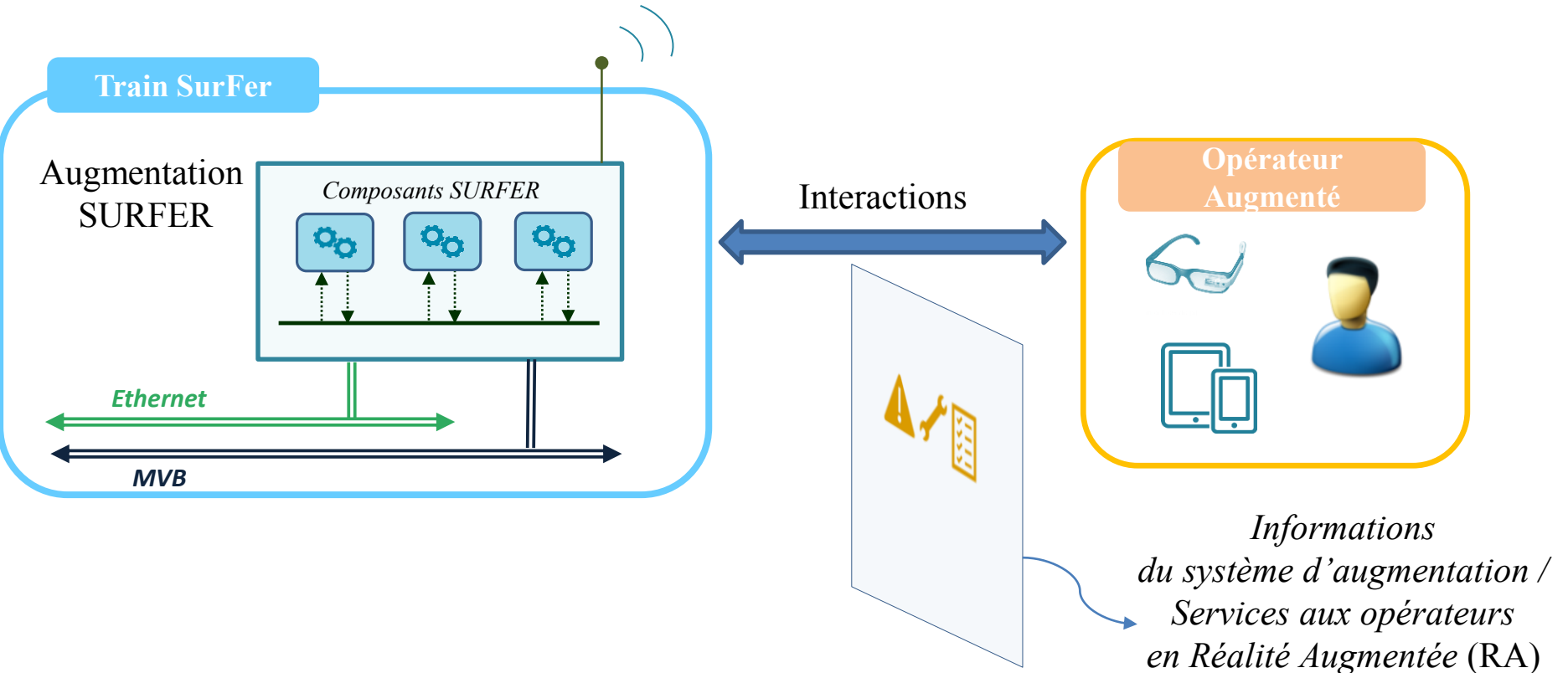


Prosyst

Master of system automation

Concept du train communiquant

- Interactions train-opérateur via différentes technologies

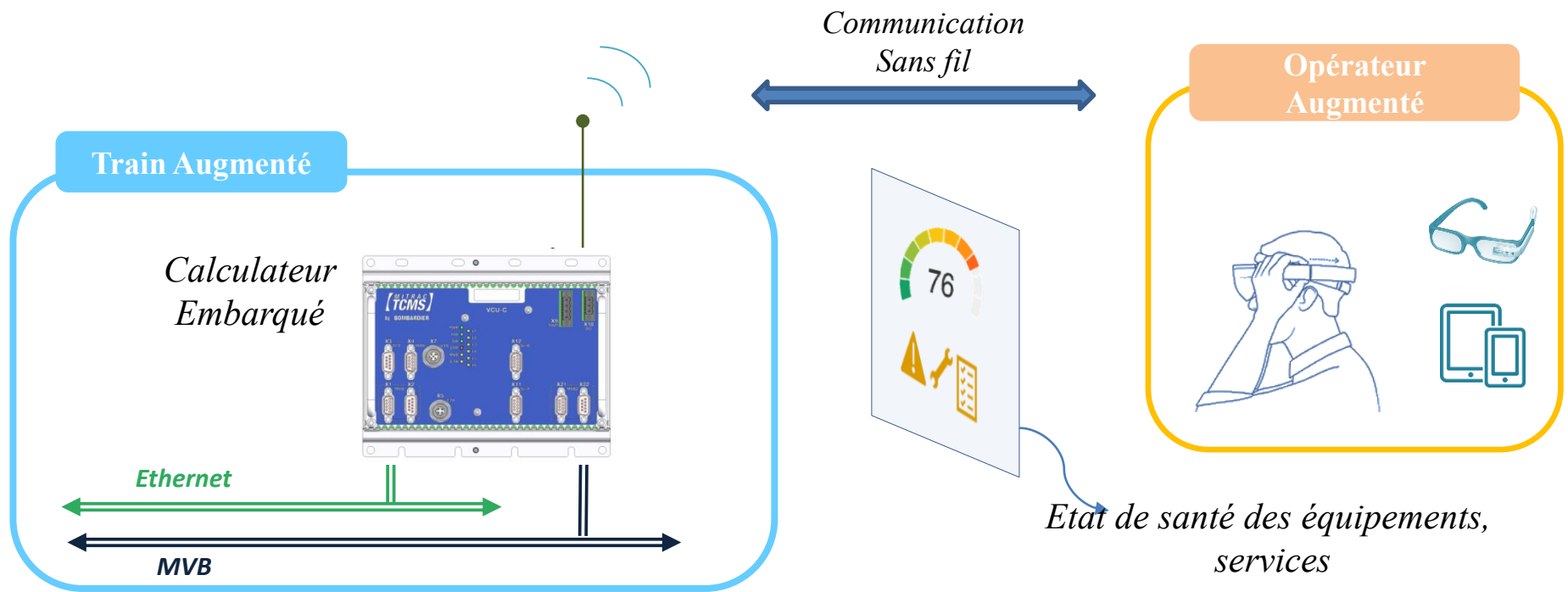


Train Communiquant



Plateforme expérimentale

- Interaction entre un opérateur augmenté et un agent virtuel embarqué :
 - MQTT



Train Communiquant

BOMBARDIER
l'évolution de la mobilité



Prosyst

Master of system automation

Université Polytechnique
HAUTS-DE-FRANCE

Réalité Augmenté : HoloLens

- Assistance aux interventions de maintenance



Conclusion



Train intelligent :

Implémentation de deux nouveaux composants logiciels embarqués

- Composant d'analyse de signaux du train et de calcul
- Composant de stockage d'événements

Train Communiquant :

- Interaction train-opérateur statique
- Transfert d'informations train-opérateur



SurferLab

Laboratoire en intelligence distribuée pour les systèmes de transport



surferlab@univ-valenciennes.fr
www.surferlab.fr



Perspectives



Train intelligent :

- Application à d'autres équipements du train
- Implémentation d'algorithmes de traitements embarqués

Train Communiquant :

- Assistance aux interventions de maintenance
- Interaction train-opérateur dynamique

Maintenance Durable:

- Scénario lié au composant écologique (énergétique)
- Impact du système durable (économique/écologique/social)



Références

- [1] LE MORTELLEC A., CLARHAUT J., SALLEZ Y., BERGER T., TRENTESAUX D. (2012). Embedded cooperative holarchy for diagnosing complex moving systems. Borangiu T., Dolgui A. (Ed.), 14th IFAC symposium on Information & Control problems in Manufacturing (INCOM), IFAC, Bucarest, Romania, mai
- [2] LE MORTELLEC A., CLARHAUT J., SALLEZ Y., BERGER T., TRENTESAUX D. (2013). Embedded Holonic Fault Diagnosis of Complex Transportation Systems. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 26(1), pp. 227–240
- [3] LE MORTELLEC, Antoine. *Proposition d'une architecture de surveillance" active" à base d'agents intelligents pour l'aide à la maintenance de systèmes mobiles-Application au domaine ferroviaire.* 2014. Thèse de doctorat. Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis.
- [4] BRANGER G., LE MORTELLEC A., CLARHAUT J., SALLEZ Y., BERGER T., TRENTESAUX D., EL SANWAR K., GRZESIAK F., ASSE A. (2016). System and method for the asset management of railway trains, E.U. patent 4,409,306.

