Maintenance du train autonome : un cadre de coopération homme-machine

Corentin Gely, Damien Trentesaux, Antoine Le Mortellec

JN-JD MACS,
Bordeaux,
le 6 Juin 2019

LABORATOIRE D'AUTOMATIQUE DE MECANIQUE ET D'INFORMATIQUE INDUSTRIELLES ET HUMAINES
UMR CNRS 8201

Laboratoire en intelligence distribuée pour les systèmes de transport

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

Sommaire

1. Contexte Général
2. Coopération des Systèmes Autonomes
3. Un nouveau type Coopération: Peer-to-Peer
4. Application et développements: le train autonome
5. Scénario: application de Maintenance
6. Conclusion & Perspectives
7. Références Bibliographiques

Contexte général

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

- Début de thèse : 01/10/2018
- Directeur de thèse : 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.

Contexte général

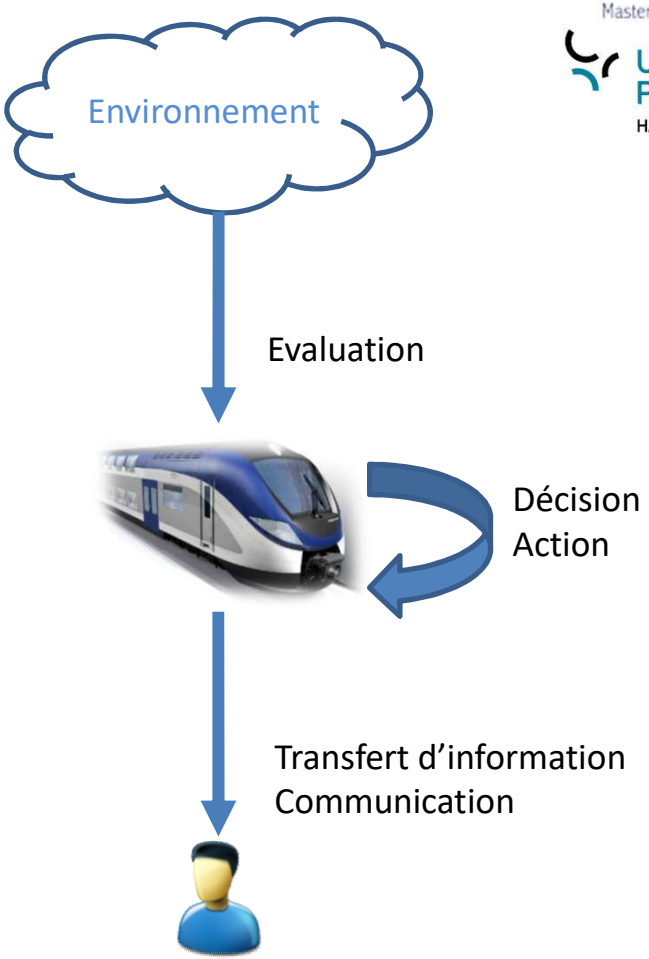
PROSYST

- 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

Coopération des Systèmes Autonomes

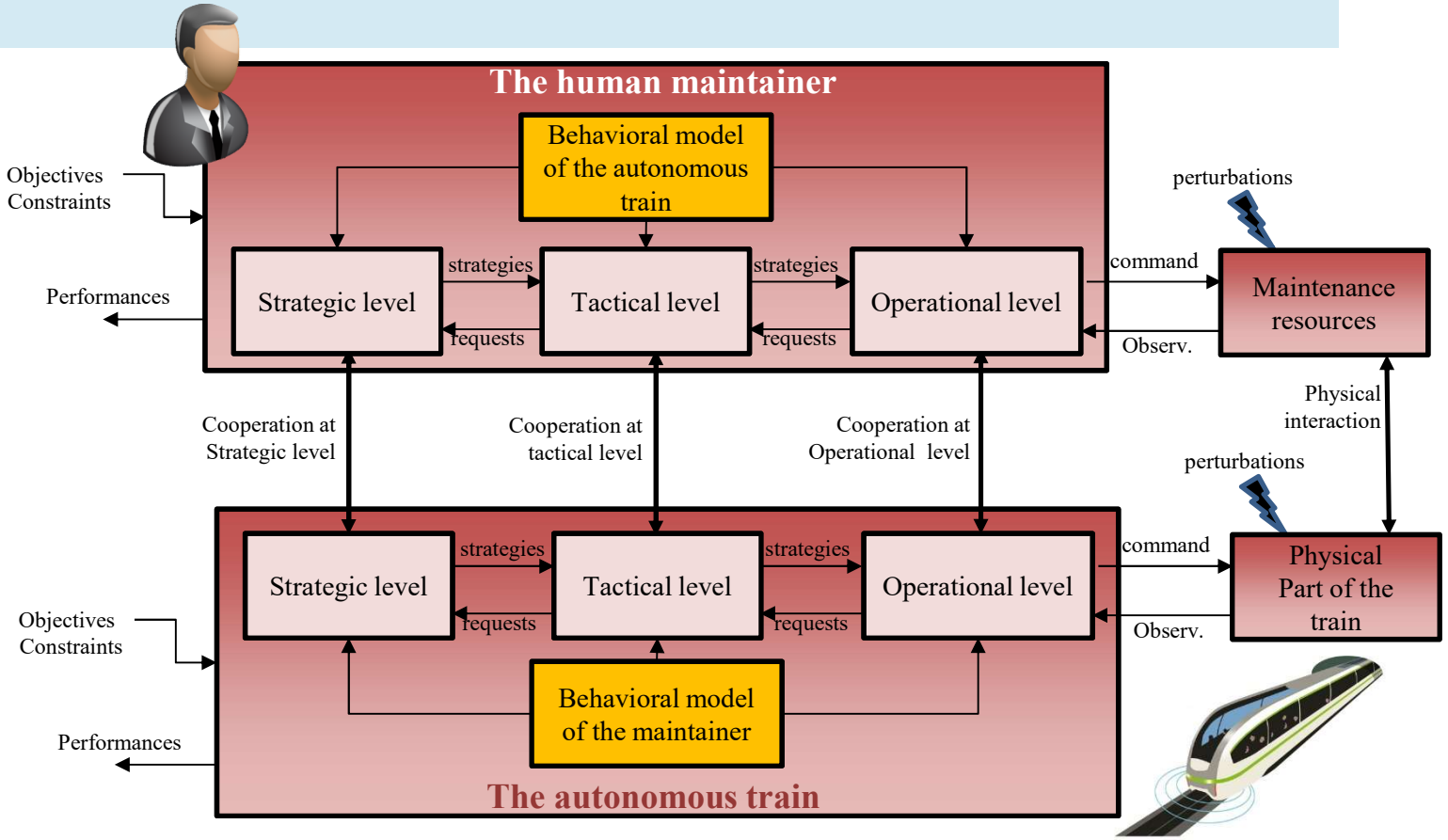
On s'intéresse à des systèmes autonomes mobiles en flotte:

- Classe de système cyber-physique
- Capable d'informer, d'évaluer, de décider, d'agir et de communiquer avec d'autres systèmes intelligents (et opérateurs humains)
- Expert de ses propres données



Un nouveau type Coopération: Peer-to-Peer

Coopération Homme-Machine avec un système autonome: proposition d'une approche symétrique, de type « Peer-to-Peer »



Application

Train Autonome =

- **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

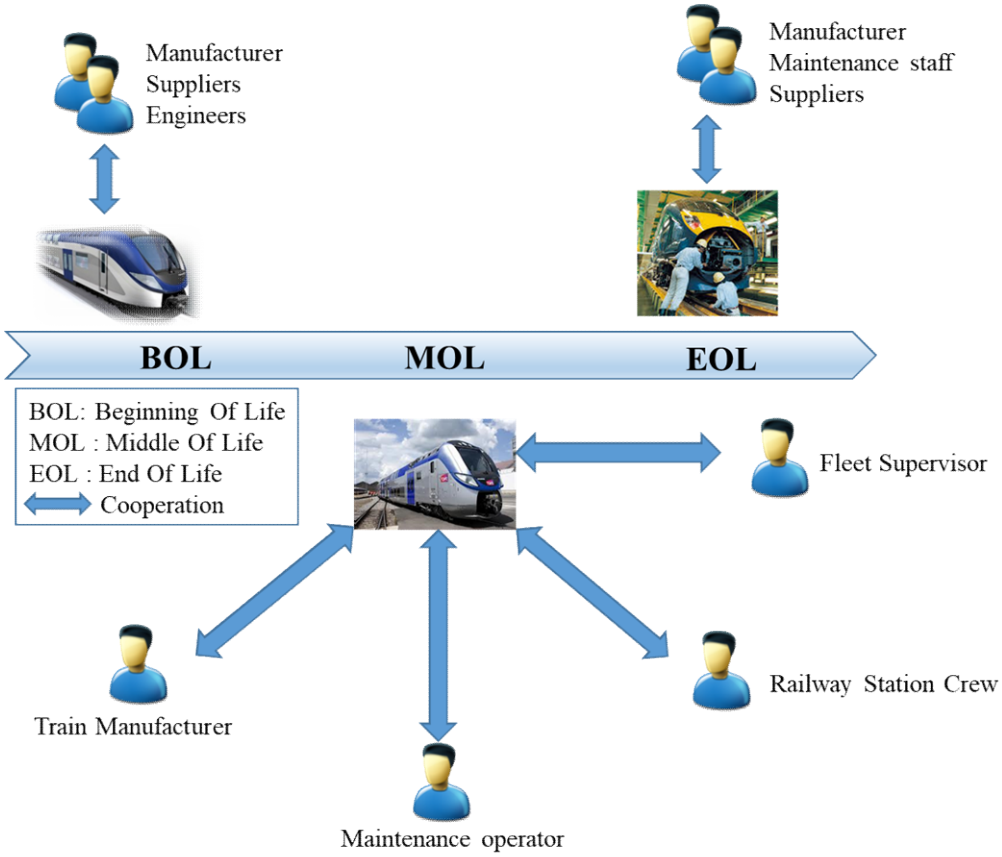
+ Train Communiquant
  - Situation actuelle : absence de services en embarqué
  - Objectifs : train capable de rendre compte de son état à un opérateur de maintenance et capable de collaborer avec lui pour le guider dans ses tâches

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

Application

Le train autonome doit savoir communiquer avec différents acteurs humains:

- **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…



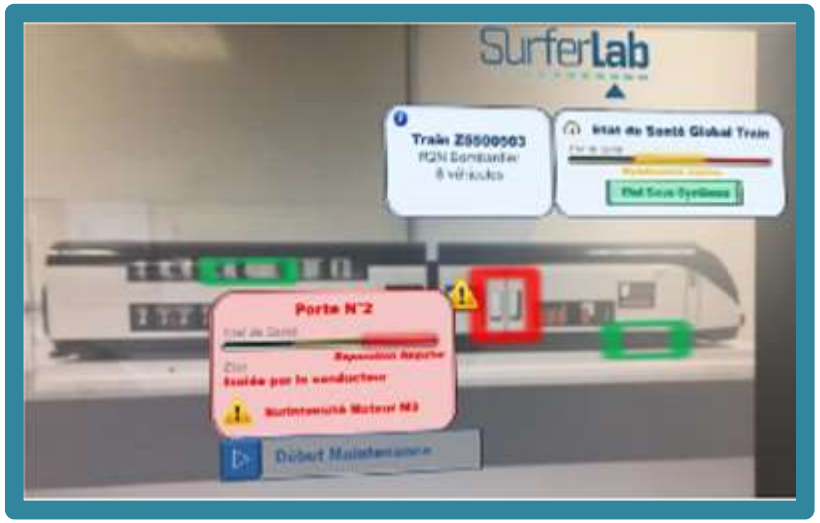
Solutions Techniques

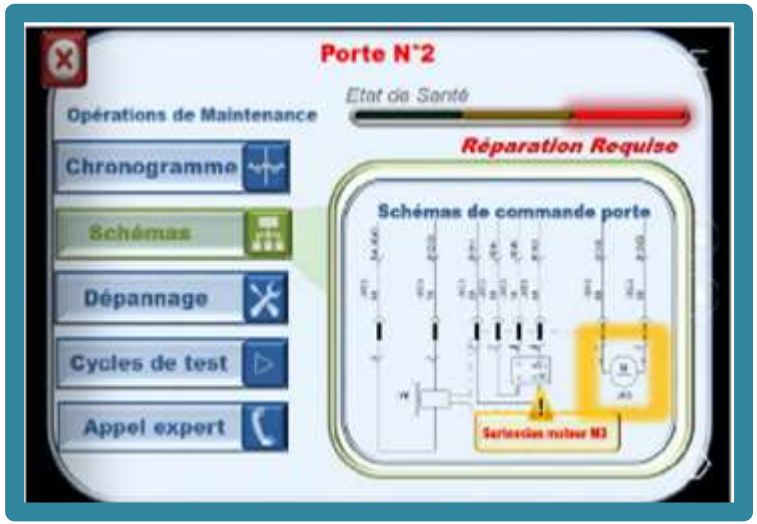
Coopération en Maintenance :

- Affichage des états de santé / Maintenance à effectuer

Démonstrateur en réalité augmentée

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

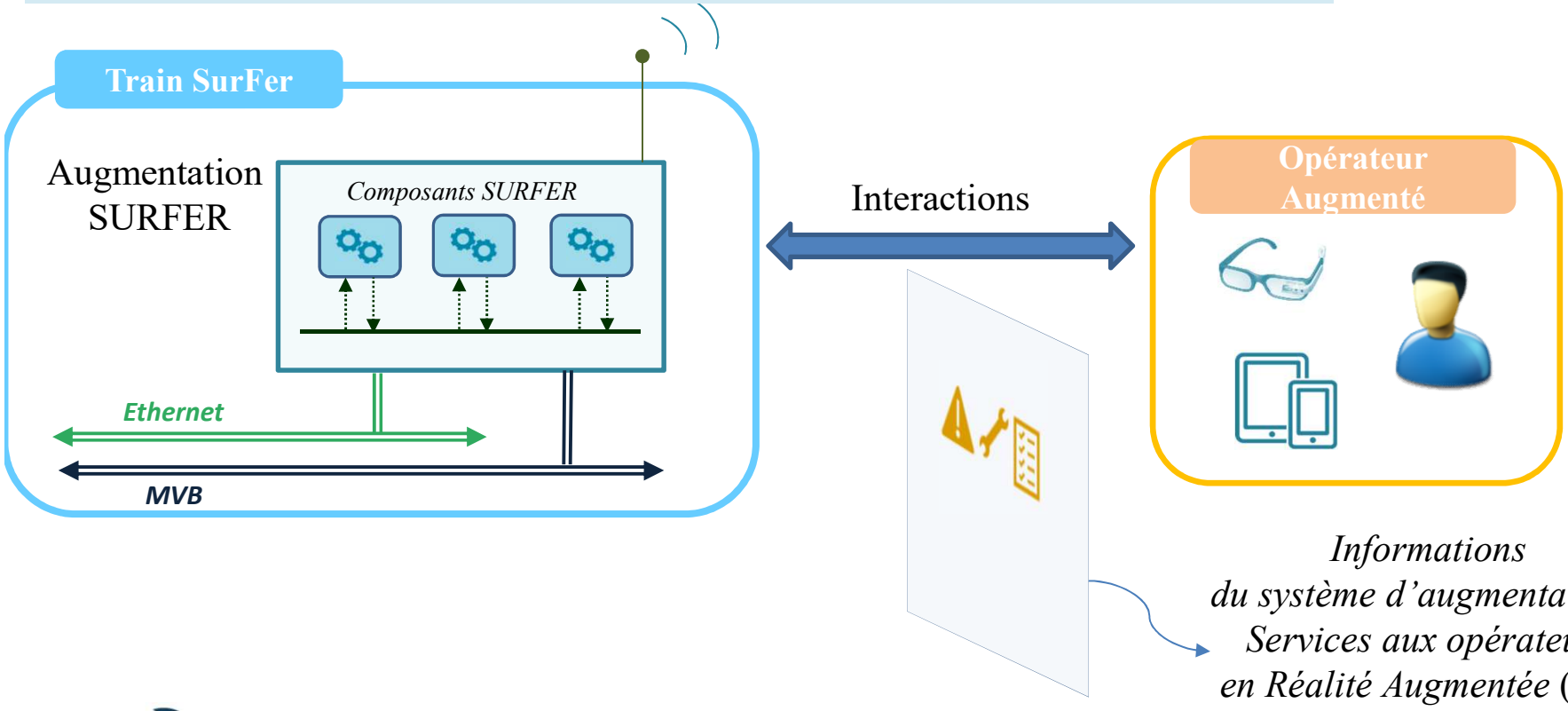




Solutions Techniques

Train communiquant

- Interactions train-opérateur via différentes technologies
- Intégration de la solution SURFER (brevet) pour la gestion des données et événements utiles pour la maintenance



Solutions Techniques

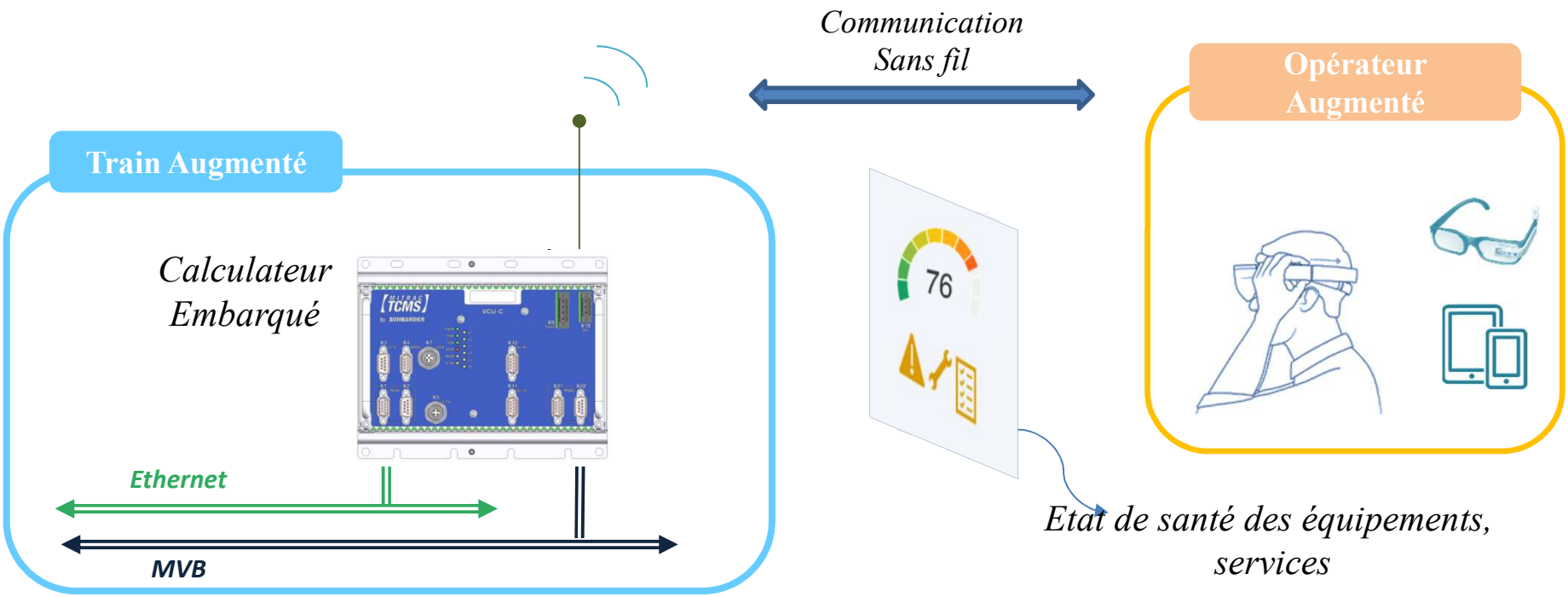
BOMBARDIER l'évolution de la mobilité

Prosyst Master of system automation

Université Polytechnique HAUTS-DE-FRANCE

Plateforme expérimentale

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

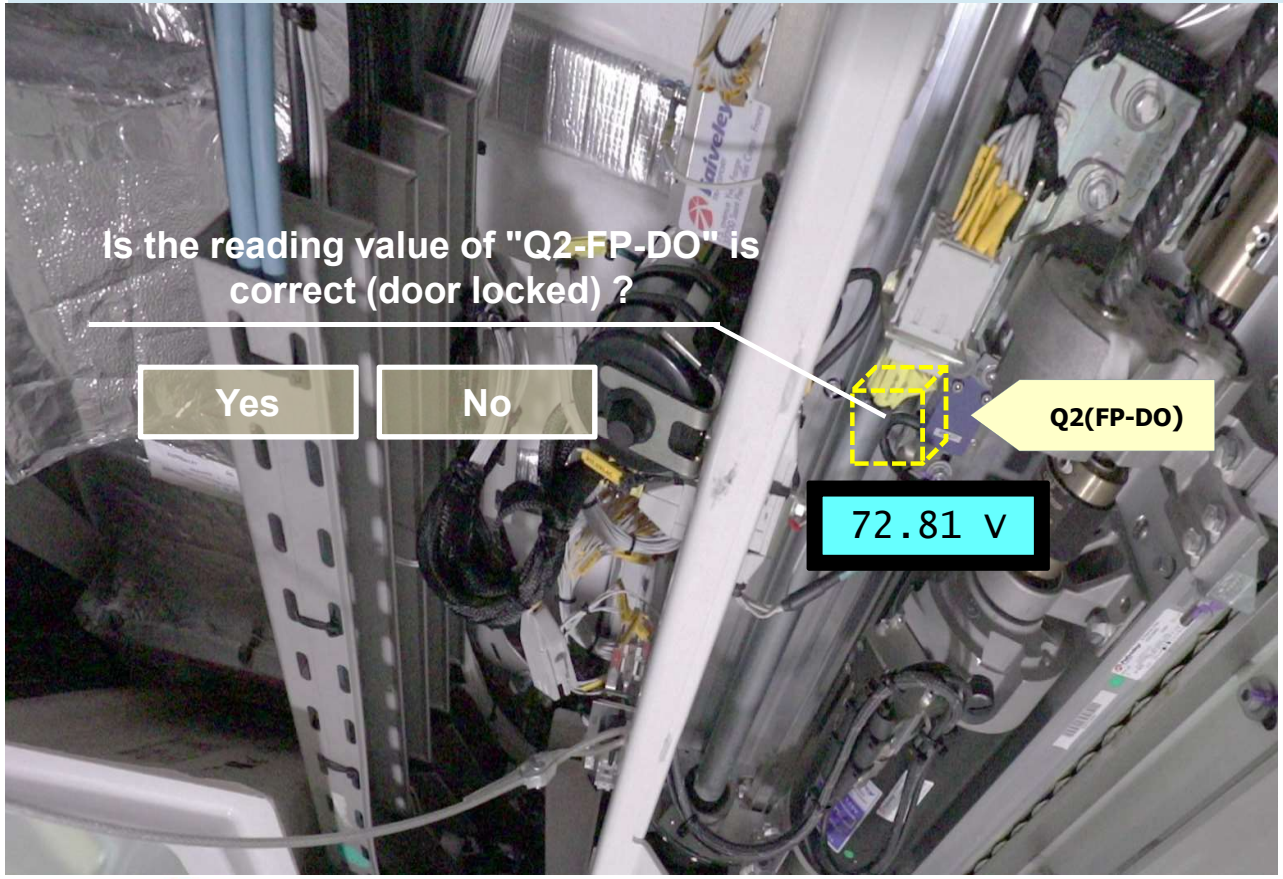


Scénario d'une application de Maintenance illustré

Scénario d'une application de Maintenance illustré

Réalité Augmenté : HoloLens

- Assistance aux interventions de maintenance



Conclusion & Perspective

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. Andrea Diaz, Damien Trentesaux. « Servitization in Train Transportation: Drivers, Challenges and Impacts on the Supply Chain of the European Rolling Stock Manufacturing Industry ». In Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing, édité par Theodor Borangiu, Damien Trentesaux, André Thomas, et Sergio Cavalieri, 803:273 84. Cham: Springer International Publishing, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03003-2_21.

2. Damien Trentesaux, Rudy Dahyot, Abel Ouedraogo, Diego Arenas, Sebastien Lefebvre, Walter Schon, Benjamin Lussier, Hugues Cheritel. « The Autonomous Train ». In 2018 13th Annual Conference on System of Systems Engineering (SoSE), 514 20. Paris: IEEE, 2018. https://doi.org/10.1109/SYSOSE.2018.8428771.

3. Marie-Pierre Pacaux-Lemoine, Quentin Berdal, Simon Enjalbert, Damien Trentesaux. « Towards Human-Based Industrial Cyber-Physical Systems ». In 2018 IEEE Industrial Cyber-Physical Systems (ICPS), 615 20. St. Petersburg: IEEE, 2018. https://doi.org/10.1109/ICPHYS.2018.8390776.

4. Damien Trentesaux, Guillaume Branger. « Foundation of the Surfer Data Management Architecture and Its Application to Train Transportation ». In Service Orientation in Holonic and Multi-Agent Manufacturing, édité par Theodor Borangiu, Damien Trentesaux, André Thomas, et Olivier Cardin, 762:111 25. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73751-5_9.
5. Guillaume Branger, Antoine Le Mortellec, Joffrey Clarhaut, Yves Sallez, Thierry Berger, Damien Trentesaux, Khaled El Sanwar, Frédéric Grzesiak, Abdallah Asse (2016). System and method for the asset management of railway trains, Patent WO2017211593, https://patentscope.wipo.int/search/fr/detail.jsf?docId=WO2017211593