
Jumeau Numérique pour les Infrastructures Ferroviaires : Etude de la profusion terminologique et classification des cas d'usages

Hibat Allah Babty*^{1,2}, Benoît Eynard*¹, Matthieu Bricogne*¹, and Etienne Pansart*²

¹Roberval – Université de Technologie de Compiègne – France

²SYSTRA – Institut d'Administration des Entreprises (IAE) - Paris – France

Résumé

Le secteur ferroviaire, épine dorsale d'un transport durable, est confronté à des mutations industrielles importantes, liées à la transition écologique et à la révolution numérique. Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 55 % en 2030 et atteindre la neutralité carbone en 2050 sont les objectifs ultimes.

Pour atteindre ces deux objectifs principaux, l'Union Européenne s'oriente vers une méthodologie de travail spécifique qui consiste à promouvoir un espace ferroviaire numérique européen unique avec divers programmes de recherche et d'innovation, l'un des plus connus est Shift2Rail qui a entre autre contribué à la normalisation des référentiels numériques du secteur, et son successeur, depuis 2021, le programme EuropeanRail qui se concentre sur les questions d'interopérabilité et de promotion d'un réseau ferroviaire européen fiable, multimodal et flexible.

En adoptant la même vision et les mêmes ambitions, la France a lancé le 21 avril 2022 le projet MINERVE qui vise à favoriser la continuité dans le secteur ferroviaire par la création de normes et la mise en œuvre de solutions numériques, notamment avec le jumeau numérique.

Le jumeau numérique (JN) est un terme qui a marqué plusieurs contributions scientifiques au cours de cinq dernières années avec un nombre considérable de thèses et d'articles publiés. Durant cette année, la définition du jumeau numérique s'est précisée, notamment avec la publication de l'Association française de normalisation (AFNOR), fin novembre 2023, de la norme internationale ISO/IEC 30173 : 2023 intitulée " Digital Twin-Concepts and Terminology " qui peut être considérée comme un point de départ général pour n'importe quel domaine.

Cet article abordera les lacunes existantes dans le secteur ferroviaire ainsi que les défis de la mise en œuvre et de l'utilisation du jumeau numérique ; comment est-il compris et comment est-il implémenté, en soulignant la complexité due aux fortes interactions entre les différents composants ? Nous dresserons également le statut du jumeau numérique dans le secteur ferroviaire par rapport à d'autres tels que : l'aéronautique, l'automobile et l'industrie manufacturière.

Selon la RICS " Royal Institution of Chartered Surveyors ", l'un des principaux défis du JN est la nécessité de définir des cas d'usages représentatifs. Cet article vise à présenter un

*Intervenant

aperçu holistique du secteur ferroviaire avec ses différents actifs physiques, services et flux pendant les phases d'exploitation et de maintenance, puis à classer les différents cas d'usages du jumeau numérique d'une infrastructure ferroviaire selon des critères spécifiques. Pour chaque cas d'usage sélectionné, nous expliquerons les paramètres nécessaires à identifier et caractériser avant la spécification et le développement de l'architecture du jumeau numérique de l'infrastructure ferroviaire existante.