

**Nom et Prénom : BENSALAH MOUNIR**

**Date de soutenance : 02/04/2022**

**Directeur de Thèse : EL OUADI ABDELMAJID**

**Sujet de Thèse :**

**Intégration du BIM au ferroviaire - proposition de plan d'actions par analyse multicritère**

**Abstract :**

The construction industry is one of the oldest human activities. Nevertheless, its productivity is down, as shown by several productivity indexes. The railway is a structuring field of the construction industry, necessary for the economic and territorial development. In Morocco, the railway industry is experiencing significant development with large-scale projects, including LGV, Tram, and Regional Lines.

To overcome the productivity problem, we propose the adoption of BIM: Railway Information Modeling RIM. The BIM is a numerical and graphical representation of the physical and functional characteristics of a facility.

In the first chapter of this brief, we will examine the observation of the decline in productivity, an introduction to BIM, the identification of benefits, risks and limitations regarding the use of BIM (especially in the rail sector) through the review of literature and experiences. We will move on to the second chapter to examine the framework for adopting BIM, which would maximize its benefits, contain risks and exceed its limitations, particularly in terms of organizational and legal considerations.

In the third chapter, we will review the experiences of major projects carried out by adopting the BIM, before conducting an experiment on two rail projects in Morocco using the same methodology. The aim is to draw conclusions from the experiment carried out as part of this research work, to compare it with the experiments presented in order to confirm the literature study. Finally, the fourth chapter will propose an action plan for the adoption of BIM at rail in Morocco by a multi-criteria analysis. This action plan is based on a survey of professionals.

BIM (or RIM, its adaptation to rail) is more than a 3D technology or software. It is a simultaneous process management methodology, derived from the concepts of Industry 4.0. BIM saves time, cuts budgets, better support for sustainability, etc. Its current applications have surpassed those for circumscribed buildings. To maximize the chances of successful integration, an adoption framework must be developed that addresses organizational, technical and legal issues. Experience has shown that the benefits cited are real and compelling.

The proposed action plan, built around a survey of Moroccan rail professionals, highlights the need to adopt standards (technical, IT and managerial), drive adoption by the end customer and encourage R&D, adapt vocational training and drive managerial change within companies.

Keywords : railway, Construction, Building Information Modeling, BIM, life cycle, action plan, multi-criteria analysis.

**Résumé :**

L'industrie de la construction (ou BTP) est l'une des plus anciennes activités humaines. Néanmoins, sa productivité se trouve en berne, comme témoigne plusieurs index de productivité. Le ferroviaire est un domaine structurant du BTP, nécessaire pour le développement économique et territorial. Au Maroc, le ferroviaire connaît un développement important avec des projets de grande envergure, notamment : LGV, Tram, Lignes régionales.

Pour pallier au problème de productivité, nous proposons l'adoption du BIM : Railway Information Modeling RIM. Le BIM est une représentation numérique et graphique des caractéristiques physiques et fonctionnelles d'une installation.

Nous examinerons dans le premier chapitre de ce mémoire le constat de la baisse de productivité, une introduction au BIM, le relevé d'avantages, de risques et de limitations concernant l'utilisation du BIM (notamment dans le ferroviaire) à travers la revue de la littérature et des expériences. Nous passerons au second chapitre à étudier le cadre d'adoption du BIM qui permettrait de maximiser ses avantages, de contenir les risques et de dépasser ses limitations, notamment sur les plans organisationnel et juridique.

En troisième chapitre, nous passerons en revue des expériences de projets d'envergure conduits en adoptant le BIM, avant de mener une expérience sur deux projets ferroviaires au Maroc utilisant la même méthodologie. Le but étant de tirer les conclusions de l'expérience menée dans le cadre de ce travail de recherche, de la comparer aux expériences présentées pour ainsi confirmer l'étude de littérature. Enfin, le quatrième chapitre proposera un plan d'actions pour l'adoption du BIM au ferroviaire au Maroc par une analyse multicritère. Ce plan d'action est basé sur une enquête réalisée auprès des professionnels.

Le BIM (ou le RIM, son adaptation au ferroviaire) est plus qu'une technologie ou un logiciel 3D. C'est une méthodologie de gestion simultanée des processus, issue des concepts de l'industrie 4.0. Le BIM permet des gains de temps, des réductions de budgets, une meilleure prise en charge de la durabilité, ... Ses applications actuelles ont dépassé celles initiales concernant des bâtiments circonscrits. Pour maximiser les chances de réussite de son intégration, il faut définir un cadre d'adoption répondant aux questions organisationnelles, techniques et juridiques. Les expériences ont montré que les avantages cités sont réels et probants.

Le plan d'action proposé, construit autour d'une enquête auprès des professionnels marocain du rail, met en lumière la nécessité d'adopter des normes (techniques, informatiques et managériales), d'impulser l'adoption par le client final et d'encourager la R&D, d'y adapter la formation professionnelle et d'impulser les changements managériaux au sein des entreprises.

Mots clés : Ferroviaire, BTP, construction, Building Information Modeling, BIM, cycle de vie, plan d'actions, analyse multicritère.