

Les journées de l'Enseignement de la maquette numérique et du BIM en France

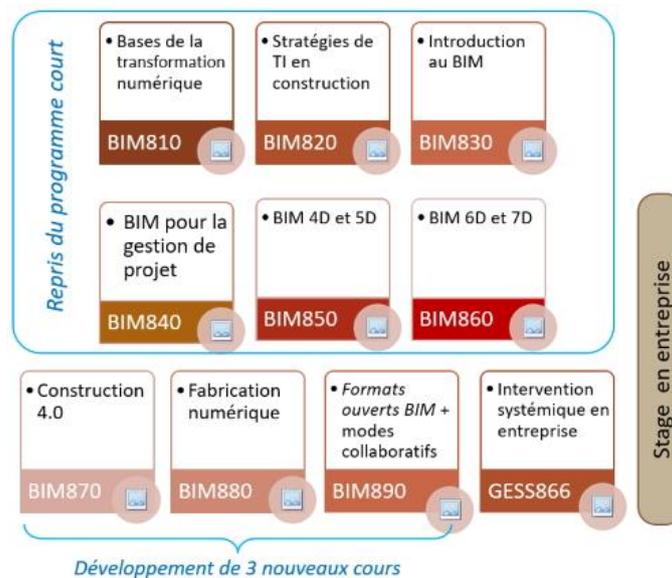
EduBIM 2020

Édité le
15/10/2020

Session 3 – Formation professionnelle

Enseigner BIM dans le contexte de la Construction 4.0

Ivanka Iordanova, Daniel Forgues, Conrad Boton, Ali Motamedi, Erik Andrew Poirier



Ressource publiée sur Culture Sciences de l'Ingénieur : <http://eduscol.education.fr/sti/si-ens-paris-saclay>

Enseigner BIM dans le contexte de la Construction 4.0 / Teaching BIM in the Context of Construction 4.0

Ivanka Iordanova – Professor¹

Daniel Forgues – Professor¹

Conrad Boton – Professor¹

Ali Motamedi – Professor¹

Erik Andrew Poirier – Professor¹

¹ *École de technologie supérieure, Montréal, Canada*

Résumé

Cet article présente la définition et la mise en place d'un nouveau programme d'Études supérieures spécialisées (DESS) en Transformation numérique en construction (BIM et Construction 4.0) – premier de ce type au Canada. Ce programme vise la formation de spécialistes dans le domaine de la numérisation de l'environnement bâti dans l'ensemble de son cycle de vie. La structure du programme, ainsi que son lien avec l'industrie d'AECO seront illustrés et discutés.

Abstract

This communication presents the definition and the implementation of a new Graduate Studies Program (DESS) in Digital Transformation in Construction (BIM and Construction 4.0) - the first of its kind in Canada. This program's objective is to train specialists in the field of digitization of the built environment throughout its whole life cycle. The structure of the program and its link to the AECO industry will be demonstrated and discussed.

Keywords

BIM, Digital transformation, Construction 4.0, graduate program, internship, IoT.

Mots clefs

BIM, transformation numérique, Construction 4.0, DESS, stage, Internet des objets.

1. Introduction

1.1 Le virage numérique de l'industrie AECO

L'industrie de la construction est un des piliers de l'économie des pays industrialisés. En même temps, elle a la notoriété d'être avec une productivité stagnante et des échéanciers et des coûts souvent dépassés. Il y a déjà une dizaine d'années, les entreprises d'avant-garde ont amorcé un virage numérique au sein de cette industrie traditionnellement conservatrice. Au Québec, le Groupe de recherche en intégration et développement durable (le GRIDD) et ses partenaires industriels ont été la locomotive de ce virage. Cependant, la numérisation des pratiques passe par des changements profonds socio-économiques et même législatives. Ainsi, la transformation de l'industrie est loin d'être réalisée et la résistance au changement, ainsi que le manque de connaissances créent des obstacles dans le processus. Aujourd'hui, le manque de main d'œuvre spécialisé, ainsi que la menace d'importation d'éléments et modules préfabriqués de l'étranger créent un sentiment d'urgence qui incite les acteurs dans l'industrie de comprendre l'importance de l'innovation en construction. Un programme universitaire dans ce sens vient au bon moment.

1.2 L'enseignement du BIM et la transformation numérique

BIM se positionne comme une clé de voûte pour la numérisation des pratiques de l'industrie de la construction. Ainsi, les ingénieurs et les architectes avec qualification et expérience en BIM sont très recherchés sur le marché de travail dans les pays industrialisés.

Dans ce contexte, certains établissements d'enseignement et des compagnies de consultation ont rapidement commencé à offrir des cours et des formations en BIM, tandis que d'autres, considèrent que cette formation est pertinente seulement pour les techniciens.

Les recherches sur la pédagogie du BIM augmentent de façon exponentiel, vu la forte demande de l'industrie (Zheng et al., 2019). Cependant, BIM est aujourd'hui seulement un point tournant dans la transformation numérique de la construction et ne peut pas être isolé du contexte de l'innovation technologique de l'industrie de la construction en général.

2. Revue de la littérature

2.1 L'enseignement de BIM

Depuis 2016, il y a eu des publications de recensement des programmes universitaires en BIM (Abdirad & Dossick, 2016; Boton et al., 2018), qui concluent qu'il n'y a pas de consensus concernant la stratégie d'enseignement de BIM. L'approche constructiviste (*learning by doing*) et l'apprentissage par projet sont souvent préférées (Eadie et al., 2016). Une intégration différente du BIM dans la pratique est proposée par certains auteurs : enseigner la connaissance ou le métier à l'aide du BIM (Nasir & Bargstädt, 2017). Ainsi, Turk (2018) propose un changement radical du paradigme dans l'enseignement de l'ingénierie à l'aide du BIM, notamment en considérant le BIM comme le nouveau 'langage' de l'ingénierie en bâtiment et génie civil.

2.2 L'enseignement de la Construction 4.0

Les publications sont peu nombreuses concernant l'enseignement du BIM dans le contexte de l'Industrie 4.0. Les opinions sur la définition de la Construction 4.0 sont très variées et des fois opposées. Cependant, par analogie avec les caractéristiques de l'Industrie 4.0, deux composantes sont souvent soulignées : la connectivité entre objets réels et cybernétiques; et l'accès à l'information en temps réel, ce qui permet une décentralisation de la prise de décision (Danjou et al., 2018).

2.2.1 Les compétences nécessaires

Dans le domaine de l'éducation des ingénieurs, Tanrıöğen (2019) identifie les compétences suivantes comme nécessaires pour 4.0 - interprétation des données, flexibilité cognitive, pensée créative, analyse des méga-données, compréhension des algorithmes, travail d'équipe, collaboration, résolution de problèmes, leadership, et penser comme citoyen du monde. D'une perspective d'enseignement en architecture, Kocaturk et Kiviniemi (2013) soulignent l'importance des pratiques intégrées et l'enseignement par projet.

2.2.2 Le contenu des programmes

Selon une récente étude bibliométrique (Zabidin et al., 2019), il y a très peu de cours universitaires qui offrent ce qu'on peut identifier comme Education 4.0 aux étudiants en ingénierie. Au fait, ils en trouvent seulement quatre. Les approches sont les suivantes : la réalité augmentée (*gamification*), la maison virtuelle, la classe intelligente pour l'évaluation du cycle de vie, et le cadre éducatif multidisciplinaire. Tout en admettant les limitations de cette recherche (l'intelligence artificielle et la fouille des données massives ne sont pas considérées dans le recensement des publications), les auteurs recommandent l'intégration des connaissances et des compétences de l'Industrie 4.0 au programme pour mieux répondre aux besoins de l'industrie en pleine transformation.

Dans une autre étude sur les publications scientifiques (Zheng et al., 2019), il est constaté qu'il y a présentement un biais en faveur de l'utilisation des technologies dans l'éducation. Les auteurs prônent un changement d'accent vers les facteurs contextuels et les études de l'impact pour combler les écarts entre l'éducation et les exigences de l'industrie.

3. Programme de DESS à l'ETS-Montréal

3.1. Historique du programme

Le premier cours sur BIM au niveau universitaire au Canada a été monté et donné en 2013 par des membres du GRIDD – le professeur responsable et des chargés de cours très impliqués dans l'industrie. Ce premier cours à composantes techniques (Revit, Tekla et Navisworks), procédurales et organisationnelles, existe toujours, mais il subit des mises à jour régulières chaque année.

3.2. Le premier Programme court en BIM de maîtrise au Canada

Après le premier cours d'introduction au BIM, qui offrait des compétences techniques très recherchées par l'industrie, le contexte a été favorable à la création d'un programme court de maîtrise, composé de 5 cours (dont 1 au choix) – voir la Figure-1.

Les connaissances et les habilités de base sont couvertes par les 3 cours en haut dans le schéma :

- « Séminaires de gestion de la construction » – qui enseigne des méthodes collaboratives de gestion des projets en construction
- « Nouvelles technologies de l’information en construction » – qui offre une vue d’ensemble des nouvelles technologies de la communication (TIC) et leurs enjeux et application en construction.
- « Maquettes numériques de conception et construction (BIM) » - le premier cours d’introduction au BIM

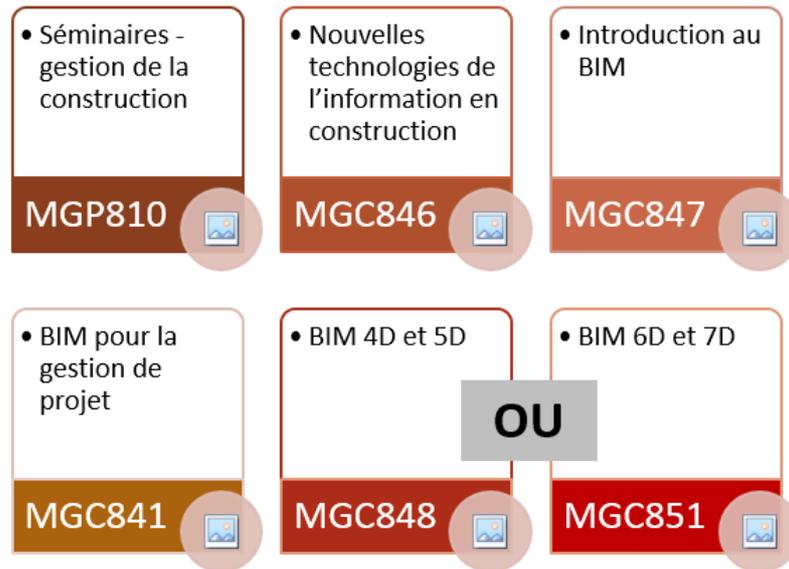


Figure 1 –Structure des cours du Programme court de maîtrise (ETS-Montréal)

Après avoir acquis les connaissances et les habilités de base, les étudiants peuvent s’inscrire à 2 des trois cours à la deuxième rangée:

- « BIM pour la gestion des projets » - qui combine BIM avec les stratégies de Lean Construction pour enseigner une planification avancée du projet
- « Modélisation de la construction (4D) et des coûts (5D) » - cours au choix
- « Modélisation énergétique (6D) et de gestion (7D) du bâtiment » - cours au choix

Souvent, pour compléter leur maîtrise, les étudiants développent un projet d’implémentation. Cela leur permet de travailler sur un projet présenté par un partenaire industriel et de mieux s’intégrer dans la pratique.

3.3. Un programme dynamique et évolutive

Le programme court en BIM suscite beaucoup d’intérêt et est rapidement devenu le plus populaire du Département de Génie de la construction de l’ETS (comme illustré sur la Figure-2).

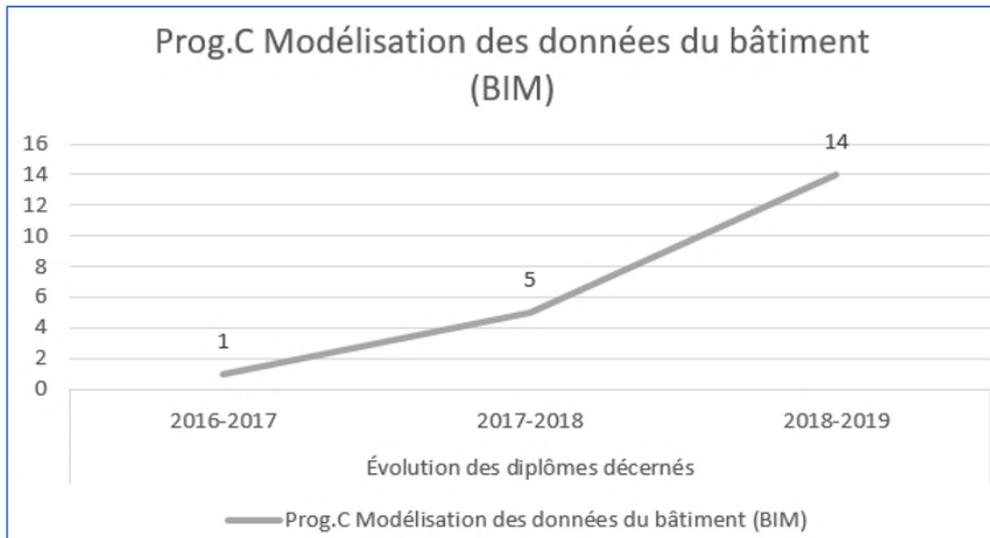


Figure 2 –Augmentation de l'intérêt des étudiants vers le Programme court en BIM

Pour répondre aux besoins de l'industrie et présenter des cours de qualité, les professeurs et les chargés de cours s'unissent chaque année à des séances de travail collaboratif (charrettes) pour mettre à jour le contenu et assurer la cohérence entre les cours. Entre les charrettes, la communication peut continuer sur la plateforme collaborative Miro (voir l'image sur la Figure-3).

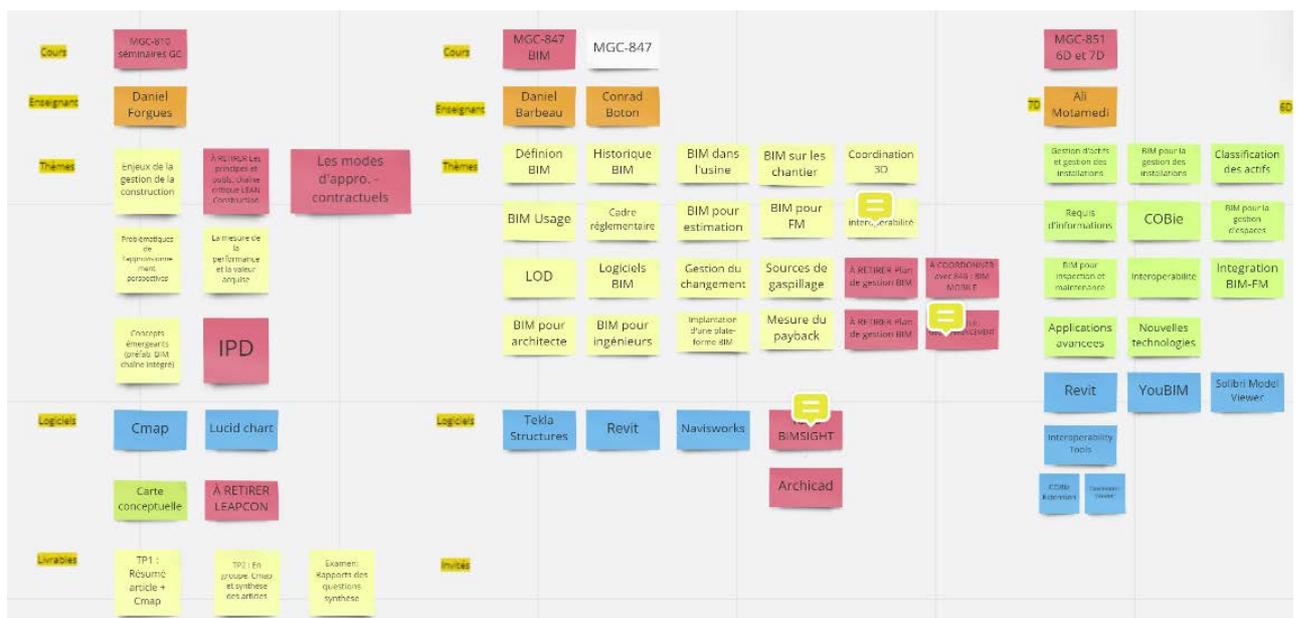


Figure 3 –Travail collaboratif de coordination des cours (saisie d'écran de la plateforme-web Miro)

Les enseignants au programme sont des professeurs membres du GRIDD ou des professionnels de l'industrie avec une riche expérience en BIM et innovation.

3.4. Structure du programme de DESS proposé

Suite aux avancées technologiques dans l'industrie de la construction et l'intérêt d'étudiants et partenaires industriels, un nouveau programme de DESS- plus riche en contenu, a été conçu (Figure-4).

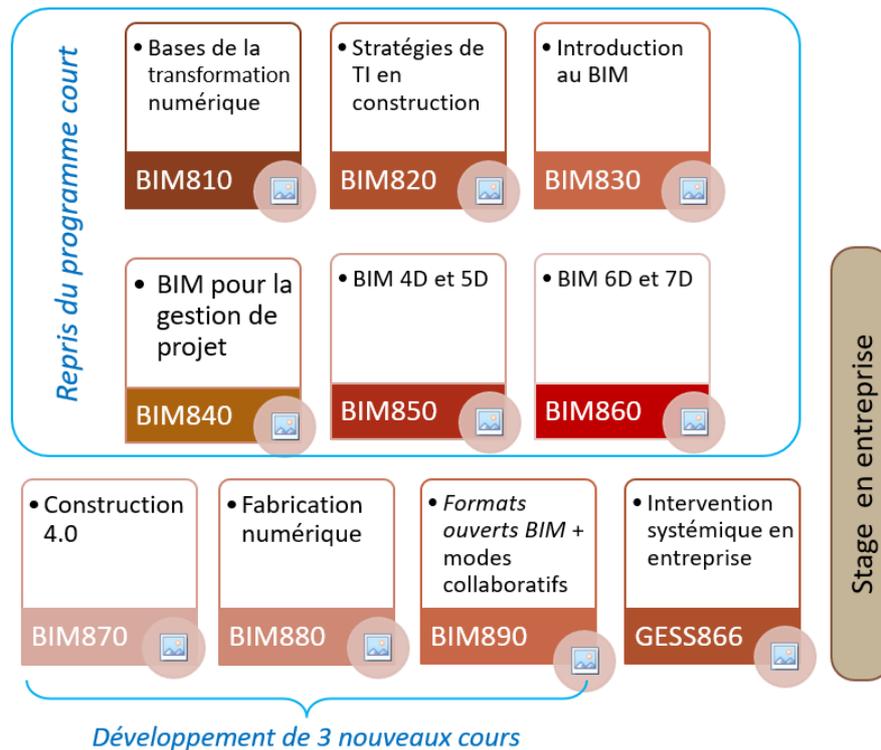


Figure 4 –Schéma de la structure du programme de DESS proposé

Le programme de DESS inclut les 6 cours du Programme court en BIM (déjà existants), et ajoute 4 nouveaux cours.

3.5. Contenu des nouveaux cours

Trois nouveaux cours spécialisés sont développés :

- « Construction 4.0 et BIM avancé »
 - o Sensibiliser au concept de la Construction 4.0 ;
 - o Approfondir les connaissances sur BIM par la personnalisation des logiciels via la programmation visuelle (Dynamo) et l’exploitation des données ;
 - o Appliquer le BIM pour des œuvres civiles ;
 - o Exploiter des objets connectés (IoT) et les mettre au service des processus de la conception, construction et opération d’un bâtiment ou infrastructure ;
 - o Travailler dans un environnement commun des données (CDE) sur le web.
- « Fabrication numérique et construction hors-site »
 - o Construction industrialisée;
 - o *Design for manufacturing & installation (DFMA)*;
 - o De BIM à la fabrication ;
 - o Types de fabrication numérique ;
 - o Fabrication additive ;
 - o Personnalisation de mass (mass customisation).
- « Gestion du cycle de vie de l’information »
 - o Normalisation (ISO)
 - o Open BIM
 - o CDE
 - o Approches intégrées et collaboratives à la réalisation de projet (IPD)

Un cours d'un autre département (Génie des systèmes) est ajouté dans le but de préparer les étudiants pour leur rôle comme agents de changement dans l'industrie :

- « Intervention systémique en entreprise »
 - o Apprendre à agir comme intervenant pour la résolution de problèmes (stratégiques et opérationnels) systémiques en entreprise
 - o Concevoir des interventions systémiques

Un stage en entreprise de l'industrie AECO servira de terrain d'application des connaissances et habiletés acquises. Ce sera également une occasion pour les étudiants de mieux comprendre les enjeux de la réalité.

D'un point de vue de la recherche, les stages donneront la possibilité de mener des projets d'application ou des recherches de maîtrise, ce qui enrichira les données qui pourraient servir à la recherche sur l'innovation dans l'industrie de la construction.

Les expériences de stage permettront de tester le contenu du DESS auprès de l'industrie et de donner un feedback aux professeurs et chargés de cours.

3. Conclusion et travail futur

Produit du travail collaboratif d'une équipe expérimentée et passionnée par l'innovation dans l'industrie de la construction, ce DESS est au début de son envol. Le programme est en processus d'approbation, après des séances de consultation avec les étudiants et certains partenaires industriels.

Tout le programme, ainsi que chaque cours individuel, seront régulièrement mis à jour pour s'assurer de l'actualité du contenu et des habiletés enseignées. Le succès sera fonction de l'intérêt des étudiants, mais sera évalué aussi au travers la satisfaction de l'industrie.

Les avenues de développement futur à moyen terme peuvent aller dans deux sens :

- mettre en place un programme complet de maîtrise sur la numérisation et l'industrialisation en construction, ou
- intégrer BIM et les méthodes de Construction 4.0 dans le cadre de tous les cours enseignés aux futurs professionnels de l'industrie de AECO.

Dans le deuxième cas, BIM deviendrait la façon courante de travailler en construction, et il serait alors possible de constater son adoption par toute l'industrie.

Bibliography

Abdirad, H., & Dossick, C. S. (2016). BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education : A systematic review. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(17), 250-271.

Boton, C., Forgues, D., & Halin, G. (2018). A framework for building information modeling implementation in engineering education. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 45(10), 866-877. <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0047>

Danjou, C., Rivest, L., & Pellerin, R. (2018). *Industrie 4.0 : Des pistes pour aborder l'ère du numérique et de la connectivité*. 27.

Eadie, R., Solan, B., Magee, B., & Rice, M. (2016). *The Pedagogy of Building Information Modelling*. 10.

https://www.researchgate.net/publication/307811243_The_Pedagogy_of_Building_Information_Modelling

- Kocaturk, T., & Kiviniemi, A. (2013). *Challenges of Integrating BIM in Architectural Education*. aCAADe, Delft, The Netherlands.
https://www.researchgate.net/publication/296704398_Challenges_of_Integrating_BIM_in_Architectural_Education
- Nasir, A. R., & Bargstädt, H.-J. (2017). An Approach to Develop Video Tutorials for Construction Tasks. *Procedia Engineering*, 196, 1088-1097. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.066>
- Tanrıöğen, Z. M. (2019). Can education 4.0 meet the needs of Industry 4.0? *BİLDİRİ KİTABI EJERCONGRESS 2019 CONFERENCE PROCEEDINGS*.
https://www.academia.edu/40845226/Can_education_4.0_meet_the_needs_of_Industry_4.0
- Turk, Ž. (2018). Should BIM change the language of engineering education? *Creative Construction Conference 2018 - Proceedings*, 1067-1074. <https://doi.org/10.3311/CCC2018-138>
- Zabidin, N. S., Belayutham, S., & Che Ibrahim, C. K. I. (2019). A Bibliometric Analysis of Industrial Revolution (IR) 4.0 in Construction Engineering Education. *MATEC Web of Conferences*, 266, 05006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201926605006>
- Zheng, L., Chen, K., & Lu, W. (2019). Bibliometric Analysis of Construction Education Research from 1982 to 2017. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 145(3), 04019005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000412](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000412)