

APPROCHES INNOVANTES DE L'ENSEIGNEMENT DU BIM DANS L'ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE : RETOUR D'EXPERIENCE

Ons Najjar Mansour

Architecte, Dr en architecture, Département urbanisme – ISTEUB - UCAR,
e-mail : onsnajjarmansour@gmail.com

Résumé :

Le Building information modeling (BIM) est un processus de gestion de l'information à partir d'un modèle numérique tout au long du cycle de vie d'un projet. Il se définit dans une vision globale par des processus, des normes (standards) et des technologies. L'intégration du BIM dans l'enseignement universitaire en Tunisie reste limitée à la modélisation 3D négligeant ses dimensions collaboratives et informationnelles, ce qui crée un décalage avec les exigences du marché.

Comment peut-on structurer un cours intégré alliant à la fois la phase théorique sur les fondamentaux du BIM, la phase d'expérimentation visant l'exploration de logiciels et plateformes et la phase pratique de collaboration et d'exploitation des données ?

Cette recherche suit une méthodologie séquentielle mixte. Une première phase basée sur un questionnaire auprès d'étudiants de deux établissements universitaires, permet de constater les lacunes de la formation actuelle au BIM, principalement centrée sur la modélisation tridimensionnelle. La seconde phase, qualitative et constructive, développe et valide un programme pédagogique structuré en trois modules complémentaires : (1) fondements théoriques (processus BIM, cadre normatif, gestion des données), (2) expérimentation technique (Exploration et Modélisation partielle 3D/4D/5D) et (3) mise en pratique (projets collaboratifs multidisciplinaires intégrant des experts du secteur). Cette approche itérative permet d'ajuster progressivement le contenu pédagogique pour répondre aux besoins identifiés.

Les résultats démontrent que cette approche globale améliore non seulement les compétences techniques, mais aussi la culture numérique des futurs professionnels du BTP. En adaptant la formation aux besoins du secteur, cette méthode favorise une adoption plus efficace du BIM en Tunisie.

Mots clés : Apprentissage, Building information modeling, processus, intégration, pédagogie.

Abstract:

Building information modeling (BIM) is a process for managing information from a digital model throughout the life cycle of a project. It is defined in a global vision by processes, norms (standards) and technologies. The integration of BIM into university teaching in Tunisia remains limited to 3D modelling, neglecting its collaborative and informational dimensions, which creates a gap with market requirements. How can an integrated course be structured, combining the theoretical phase on the fundamental of BIM, the experimentation phase aimed at modelling in all these dimensions and the practical phase of collaboration and exploitation of the data?

This research follows a sequential methodology. The first phase, based on a survey for students at two universities, identifies the shortcomings of current training in BIM, which is mainly focused on three-dimensional modelling. The second phase, which was qualitative and constructive, developed and validated an educational program structured into three complementary modules: (1) theoretical

foundations (BIM process, standards framework, data management), (2) technical experimentation (3D/4D/5D modelling) and (3) practical application (multidisciplinary collaborative projects involving experts from the sector). This iterative approach makes it possible to gradually adjust the educational content to meet the needs of the industry.

The results show that this global approach improves not only the technical skills but also the digital culture of future building and civil engineering professionals. By adapting training to the needs of the sector, this method encourages more effective adoption of BIM in Tunisia.

Key words: Learning, Building information modelling, processes, integration.

Introduction :

Le BIM (Building Information Modeling) s'impose comme l'un des piliers majeurs de l'innovation dans le secteur de la construction. Reconnu pour sa capacité à centraliser et à structurer des informations multidimensionnelles, il est désormais largement adopté dans la gestion de projets, et ce, tout au long de leur cycle de vie. Selon O.Celnik (2015) : « *Le BIM est une manière intégrée de travailler, permettant une conception, une exécution et une gestion de bâtiments et de biens immobiliers elles aussi intégrées. Ce n'est pas un outil, un logiciel, c'est un processus de travail et de collaboration entre intervenants d'un projet de construction.* » Le BIM est ainsi défini par rapport à sa capacité d'intégration et de communication d'informations durant tout le cycle de vie d'un projet.

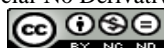
La norme ISO 19650 (2018) est une norme spécifique au BIM qui présente les concepts et principes à appliquer pour la modélisation des données d'un projet de construction et la gestion des informations pendant le cycle de vie des bâtiments et ouvrages de génie civil.

Selon l'ISO 19650-1, le BIM est "*l'utilisation de modèles d'informations partagés pour concevoir, construire et exploiter des bâtiments et des infrastructures de manière collaborative*". Ainsi, le BIM repose sur l'utilisation de modèles numériques contenant des informations structurée selon les normes et les exigences du client, et partagées entre tous les acteurs d'un projet. Ce processus améliore ainsi la coordination, réduit les erreurs et optimise la gestion des données tout au long du cycle de vie du projet.

Le BIM permet une visualisation 3D d'un modèle numérique mais aussi une intégration fluide des données techniques, financières et temporelles, qui sont continuellement actualisées en fonction de l'évolution du projet. Cette dynamique offre à tous les acteurs impliqués – architectes, ingénieurs, entrepreneurs, etc. – un accès instantané à des informations fiables et cohérentes, renforçant ainsi la collaboration interdisciplinaire et réduisant les risques d'erreurs ou de retards.

L'un des atouts majeurs du BIM réside dans sa transparence et sa capacité à fournir une vision globale et actualisée du projet en temps réel. Comme le soulignent plusieurs études, la maquette numérique centralisée devient la source unique de vérité, servant de référence pour générer l'ensemble des documents graphiques et techniques. Cette approche révolutionne les pratiques traditionnelles en éliminant les informations dupliquées et erronées et en favorisant une gestion plus intégrée et collaborative.

Aujourd'hui, le BIM est considéré comme une compétence indispensable dans le domaine de la construction. Son importance croissante se reflète dans son intégration progressive dans les programmes académiques. De nombreuses universités ont instauré des masters spécialisés en BIM, tandis que certaines institutions ont commencé à initier les étudiants dès la licence, reconnaissant ainsi la nécessité de former les futurs professionnels aux enjeux et aux outils de



cette méthode. Aujourd'hui, le BIM n'est plus une option, mais une exigence pour rester compétitif dans un secteur en pleine transformation numérique. Cette évolution témoigne de l'impact profond du BIM sur l'industrie de la construction et son avenir.

Problématique :

En Tunisie, l'enseignement du BIM dans les écoles d'architecture et d'urbanisme se limite souvent à l'apprentissage de logiciels, réduisant ainsi sa portée à un simple outil de modélisation 3D. Or, le BIM est avant tout une démarche de processus collaboratif, intégrant des méthodologies structurées et une réflexion globale sur la gestion des données durant tout le cycle de vie du projet. Le BIM est une culture qui nécessite non seulement la maîtrise d'un modèle 3D mais plutôt une stratégie de gestion d'un projet réfléchi de manière collaborative et structurée tout au long du projet. Cette recherche pose le questionnement : Comment structurer l'apprentissage du BIM pour qu'il dépasse la simple maîtrise des logiciels et devienne un véritable levier méthodologique et stratégique dans la formation des étudiants des métiers de la construction ?

Ce travail repose en première phase sur un retour d'expérience personnel concernant l'enseignement du BIM en Tunisie adopté dans deux institutions à savoir l'institut supérieur des technologies, de l'environnement, de l'urbanisme et des bâtiments (ISTEUB) d'une part et l'enseignement d'architecture à l'université de Carthage (UTC) d'autre part. En s'appuyant sur une analyse comparative de contextes pédagogiques de ces deux institutions académiques où l'enseignement a été dispensé, cette étude se propose d'identifier les pratiques optimales liées à l'intégration du BIM dans les cursus universitaires, en tenant compte des spécificités des différents profils étudiants.

L'université joue un rôle central dans l'intégration du BIM au sein des cursus de formation, qui doit être à la fois systématique et structurée pour garantir un apprentissage exhaustif, dépassant la simple maîtrise de la modélisation 3D. Une telle approche permet aux étudiants de mieux appréhender les réalités du milieu professionnel tout en les préparant aux compétences requises par les métiers émergents du secteur.

Méthodologies

Cette étude adopte une approche méthodologique séquentielle mixte, combinant une phase exploratoire quantitative et une phase qualitative constructive, afin d'évaluer et d'améliorer l'intégration du BIM dans les formations universitaires.

- Une première phase de diagnostic basée sur une enquête par questionnaire (approche quantitative) menée auprès de 60 étudiants de deuxième année licence en urbanisme et 20 étudiants en 5-ème année architecture de l'université central de Tunis via un questionnaire structuré, visant à identifier leur niveau de connaissance du BIM et des logiciels associés et à déterminer leur perception de l'utilité du BIM dans leur parcours académique et professionnel.
- La seconde phase, qualitative, consiste à structurer un cours intégré au module BIM, combinant : (1) des concepts théoriques fondamentaux, (2) des exercices pratiques de coordination/collaboration avec intervention d'experts, et (3) l'analyse de projets réels.

Cette approche holistique vise à dépasser la simple formation logicielle pour ancrer le BIM comme méthodologie de travail.

L'évaluation itérative des apprentissages permet d'ajuster continuellement le contenu pédagogique.

1. L'intégration du BIM dans les universités : Au-delà de l'introduction d'un simple logiciel

L'introduction du BIM (Building Information Modeling) dans les cursus universitaires est souvent initiée par l'adoption d'un logiciel spécifique (tel que Revit), présenté comme un outil performant capable d'apporter rapidité, facilité d'usage et une meilleure cohérence dans la gestion de projets. Dans ce contexte, l'objectif initial est fréquemment de convaincre les étudiants que la maîtrise de cet outil représente une valeur ajoutée, en insistant sur ses capacités à produire des rendus graphiques de qualité et à simplifier la réalisation des projets. Le logiciel est perçu comme outils valorisant le travail, assurant une cohérence entre tous les éléments du rendu. Les modifications, changements dans la conception sont facile à mettre en place lors des dernières corrections des ateliers. Le logiciel est ainsi perçu dans sa signification dans le monde universitaire comme une approche axée sur l'outil plutôt que sur le processus (c'est le même constat par la suite au niveau professionnel, ou le BIM rime avec une maîtrise du logiciel uniquement).

L'observation et le diagnostic sur site m'ont permis de voir que l'apprentissage du BIM se limite au logiciel Revit. La formation initiale se limite à l'apprentissage des fonctionnalités de ce logiciel uniquement à travers des exercices pratiques. L'accent est mis sur l'aspect technique : reproduction graphique, modélisation 3D et mise en forme visuelle du projet. Cette approche, bien que pertinente pour développer des compétences pratiques en conception assistée par ordinateur, tend à occulter la dimension plus globale du BIM qui englobe non seulement le logiciel en tant qu'outil, mais également un processus intégré de gestion de l'information tout au long du cycle de vie du projet.

En effet, le BIM ne se réduit pas à l'utilisation d'un logiciel de modélisation. Il s'agit d'un ensemble de concepts et de processus collaboratifs visant à optimiser la conception, la réalisation et la maintenance des projets de construction. Le logiciel, tel que Revit, constitue un support permettant d'implémenter ce processus, mais il ne peut à lui seul générer une véritable démarche BIM si les concepts fondamentaux du BIM ne sont pas acquis. Ainsi l'approche adoptée se base sur trois aspects :

- a) Contextualiser l'apprentissage en définissant le BIM comme processus, normes et standards et technologies. Cette phase met l'accent sur l'apport du BIM dans le secteur de la construction et les limites de la méthode traditionnelle.
- b) Favoriser une immersion progressive qui part des fondamentaux théoriques pour aboutir à une application pratique (exploration de logiciels, conférence en BIM, échanges avec les experts du BIM), rendant ainsi l'apprentissage pertinent et opérationnel.
- c) Stimuler l'interaction et la réflexion critique grâce aux échanges et aux analyses de projets concrets, afin que les étudiants saisissent l'importance de la coordination, de la collaboration et de la gestion centralisée des informations dans un projet architectural.

2. Intégration de l'enseignement du BIM à l'ISTEUB

Depuis 2020, date de mon intégration à l'ISTEUB, la responsabilité d'enseigner le cours de modélisation Revit m'a été confiée dans le cadre des missions pédagogiques de l'institut. Un cours en informatique, en mode Travaux Pratiques TP à raison de 3h/semaines durant 14 semaines.

Mon premier cours s'intitule « Initiation au REVIT- Niveau1 » pour le niveau de deuxième année Licence urbanisme. L'objectifs principale est de :

- Modéliser un projet simple en 3D (murs, portes, fenêtres, toitures, dalles, escaliers...).
- Gérer les vues, coupes et feuilles de présentation.
- Produire des mises en plan et extraire des quantités.

Dès l'initiation du cours, une enquête a été menée auprès des étudiants de deuxième année de licence en urbanisme (promotion 2023-2024) pour identifier leurs motivations concernant l'apprentissage de Revit. Un questionnaire structuré autour de cinq axes principaux a permis de recueillir systématiquement leurs perceptions et attentes. Au total, 80 étudiants ont participé à cette enquête. Cette étude vise à évaluer les attentes des étudiants quant à l'apprentissage de Revit et son impact sur leur formation, afin d'adapter les enseignements aux besoins réels du marché.

QUESTIONS	REPOSES
Pourquoi étudions-nous Revit ?	Pour découvrir plus de logiciels et apprendre les nouveautés sur les logiciels.
Quels sont les logiciels de modélisation que vous connaissez ?	Autocad, Sketchup, 3dsmax
Est-ce que vous utiliser les logiciels pour vos projets	NON – on dessine à la main ou SketchUp
Connaissez-vous d'autres logiciels de modélisation ?	NON
Connaissez-vous le BIM ?	NON

Tableau : Perceptions et connaissances des étudiants en urbanisme sur le BIM
(Enquête préliminaire 80 étudiants -2023/2024)

Les données recueillies révèlent des lacunes significatives dans la formation actuelle au BIM. L'enquête menée auprès de 80 étudiants en urbanisme montre que 100% des répondants perçoivent Revit comme un simple outil technique à ajouter à leur palette de compétences, sans comprendre son rôle dans une démarche BIM globale. Cette perception étroite se manifeste concrètement par leur préférence marquée pour les méthodes traditionnelles comme le dessin manuel ou SketchUp dans leurs projets académiques.

Plus préoccupant encore, l'étude met en lumière une méconnaissance totale du concept même de BIM parmi les étudiants interrogés. Ce constat souligne un décalage préjudiciable entre les compétences enseignées et les attentes du marché du travail, où le BIM s'impose comme méthodologie incontournable. Les étudiants semblent ainsi acquérir des connaissances techniques déconnectées de leur application professionnelle réelle.

Face à ces résultats, une refonte complète de l'approche pédagogique s'avère nécessaire. Il est nécessaire de repositionner l'enseignement du BIM comme une méthodologie intégrée plutôt qu'une simple formation logicielle. Dans ce sens, il est important de :

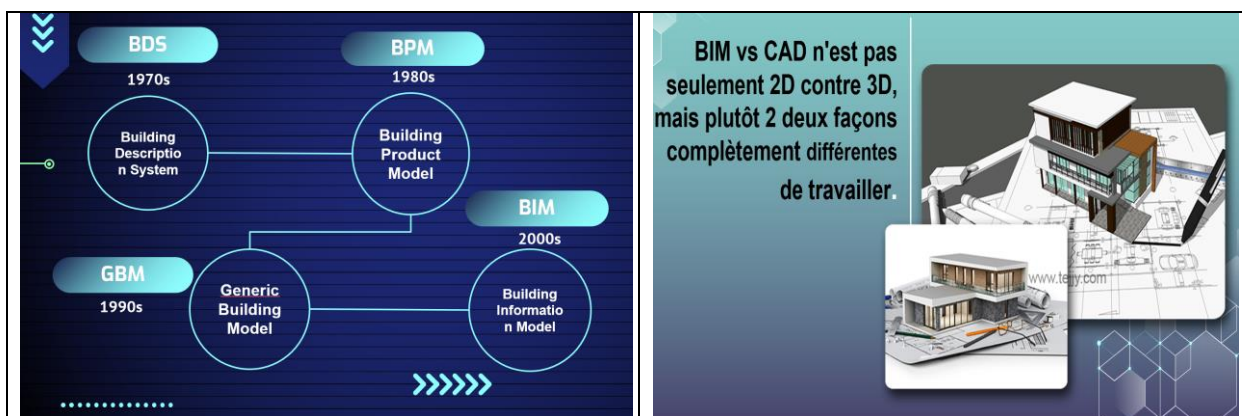
- Repositionner l'enseignement du BIM comme une méthodologie intégrée plutôt qu'une simple formation logicielle.
- Développer des projets concrets mettant en œuvre l'ensemble du processus BIM.
- Introduire systématiquement la dimension collaborative et interdisciplinaire.
- Organiser des interventions régulières de professionnels du secteur.

Ceci m'a conduit à comprendre que ma mission ne se limitait pas à l'intégration d'un outil de modélisation, mais plutôt de replacer cet outil dans son contexte global, c'est-à-dire dans le monde du BIM. Il ne s'agit pas d'apprendre à utiliser un autre logiciel Revit pour créer des modèles graphiques, de se concentrer exclusivement sur l'apprentissage de l'interface et des fonctionnalités mais plutôt de structurer la démarche autour du processus BIM, qui englobe la gestion de l'information, la coordination entre acteurs et l'optimisation du cycle de vie des projets de construction. L'objectif étant d'introduire systématiquement la dimension collaborative et interdisciplinaire et de développer des projets concrets basés sur l'expérimentation ou l'intervention de professionnels du secteur.

La conception du cours a révélé la nécessité de le structurer selon une progression logique d'une initiation aux fondamentaux du BIM, en intégrant systématiquement ses principes théoriques et l'impératif de digitalisation du secteur de la construction. Cela inclut la compréhension des processus collaboratifs, la gestion de l'information, ainsi que les implications en termes de communication et de coordination entre les acteurs du projet. Le logiciel n'est autre qu'une réponse à un besoin de structurer l'information, un outil comme d'autres pour organiser les besoins en informations. L'idée innovante de ce cours est basée sur l'introduction des concepts de base du BIM dès le premier cours pour permettre aux étudiants de comprendre l'enjeu avant de se concentrer sur l'apprentissage technique des logiciels.

Le cours est alors structuré par une immersion dans les concepts du BIM avant même de s'attacher à la maîtrise technique de Revit. Cette démarche permet aux étudiants de comprendre que le logiciel n'est qu'un outil au service d'un processus collaboratif et global de gestion de projet. Mais aussi de savoir qu'il ne s'agit pas d'un logiciel unique pour le BIM, mais d'une panoplie de logiciels dont on choisit celui qui répond au mieux à notre besoin. Cette initiative a permis d'aborder le cours de manière différente, d'enrichir l'apprentissage des étudiants mais surtout de contextualiser l'apprentissage du logiciel.

Le passage de l'environnement CAD vers le BIM est souligné selon l'importance et l'intérêt d'intégrer les informations pour informer suffisamment notre modèle et savoir en extraire l'information.



Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND)



Des discussions enrichissantes ont véritablement ouvert les yeux des étudiants sur l'intérêt réel de cette démarche. Ce qui avait débuté comme un cours pratique uniquement de modélisation par ordinateur (se limitant à un apprentissage de la manipulation des fonctionnalités d'un logiciel) s'est progressivement transformé en une expérience d'apprentissage intégrant une phase théorique et interactive et une phase pratique réfléchis autour d'un besoin en information identifier dès le départ. Cette évolution a permis de préparer et d'initier les étudiants à l'usage d'un logiciel dans un contexte qui va bien au-delà de la simple manipulation d'outils graphiques. On passe ainsi de la reproduction d'un modèle numérique par l'application de directives liées à une composition formelle vers un raisonnement et une identification des besoins pour ainsi aborder la modélisation.

En effet, en intégrant des échanges et des discussions critiques, le cours a permis aux étudiants de prendre conscience de l'importance d'une démarche structurée dans le cadre du BIM. Ils ont ainsi pu comprendre que l'utilisation du logiciel ne consiste pas uniquement à dessiner des formes, mais bien à intégrer et extraire des informations clés pour orienter l'ensemble du processus de conception, de réalisation et de maintenance des projets. Cette approche favorise une vision globale et collaborative, indispensable pour répondre aux exigences d'un secteur en constante évolution.

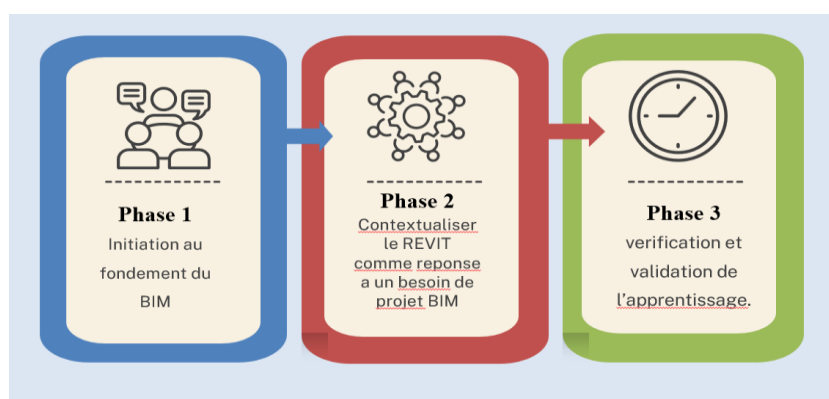


Fig 3. Les phases de l'apprentissage du BIM – ISTEUB 2020

L'apprentissage sera ainsi structuré en 3 phases, selon le schéma de la (voir Fig3)

- 1- Phase 1 : Initiation aux fondamentaux du BIM : une approche théorique permettant de contextualiser le secteur de la construction et mettant l'accent sur le besoin d'adopter de nouvelles stratégies, process, méthodes et outils pour digitaliser le secteur. Cette phase est enrichie par des conférences sur le BIM et échanges avec des experts pour une montée en compétence des différents niveaux.
- 2- Phase 2 : Développement d'une connaissance globale autour des logiciels au service du BIM en tant que process. Commencer par identifier des besoins spécifiques avant de modéliser (extraction de quantités, de surfaces.)
- 3- Phase 3 : Aborder la phase de modélisation en utilisant un logiciel (Revit) et atteindre les objectifs spécifiques de l'apprentissage pour valider le module.

Phase	Méthode pédagogique	Evaluation
<p>Phase 1 : Initiation aux Fondamentaux du BIM</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> Comprendre l'impact du BIM sur le secteur de la construction et son rôle dans la digitalisation. Acquérir les bases théoriques (normes, processus, enjeux collaboratifs). <p>90 % des apprenants doivent maîtriser le vocabulaire BIM et ses enjeux stratégiques.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Cours magistraux sur les concepts clés (BIM selon ISO 19650, niveaux de maturité). Conférences avec des experts du secteur (retours d'expérience sur des projets réels). Études de cas analysant des succès/échecs de mise en œuvre du BIM. 	<ul style="list-style-type: none"> Participation aux débats et qualité des questions posées aux experts. Rendu d'un rapport synthétisant les apprentissages (analyse critique des cas étudiés). Quiz théorique (score minimum de 70 % pour valider la phase). <p><u>Résultats :</u> Meilleure compréhension du process BIM et de son importance dans le secteur.</p>
<p>Phase 2 : Contextualiser Revit comme logiciel pour répondre aux usages BIM</p> <p>Objectifs :</p> <ul style="list-style-type: none"> Savoir identifier les besoins d'un projet (extraction de quantités, surfaces, planning). Découvrir les logiciels BIM et leur interopérabilité (Revit, Navisworks, Dynamo). <p>80 % des apprenants doivent produire des modèles répondant aux exigences techniques de base.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ateliers pratiques sur des mini-projets (ex. : modélisation simple d'un bâtiment avec contraintes techniques). Maîtrise de l'information dans le model Travaux en groupe pour simuler des échanges entre métiers (architectes, ingénieurs). 	<ul style="list-style-type: none"> Exactitude des données extraites (quantités, surfaces). Temps de réalisation des exercices (réduction de 30 % entre le début et la fin de la phase). <p><u>Résultats :</u> amélioration des performances et fiabilité des informations dans le projet</p>
<p>Phase 3 : vérification et validation de l'apprentissage</p> <ul style="list-style-type: none"> Savoir élaborer des documents avec des exigences spécifiques qui doivent être pris en considération pour le model numérique Savoir connecte les exigences théoriques et le model pratique 	<p>Mise en situation réel : entre théorie et pratique</p> <p>Equipe de travail, jeux de rôle pour de simulations réel de projet avec client et équipe de travail</p>	<p>S'assurer que l'apprentissage est abouti et que les compétences sont acquises. La relation entre théorie et pratique est solide.</p> <p><u>Résultats :</u> le BIM est compris a sa juste valeur comme processus de gestion d'un projet en se basant sur un model numérique unique considéré comme source unique d'information, enrichie de données par tous les acteurs du projet.</p>

Ainsi l'apprentissage se déroule dans une démarche pédagogique qui relie l'outil à ses applications réelles dans le secteur de la construction, les étudiants ont une vision globale du contexte et de l'importance du process BIM et s'inscrivent dans un positionnement de réflexion pour choisir le logiciel qui convient aux mieux à leurs besoins. Cette approche vise à instaurer une culture numérique et collaborative, indispensable pour répondre aux exigences du marché.

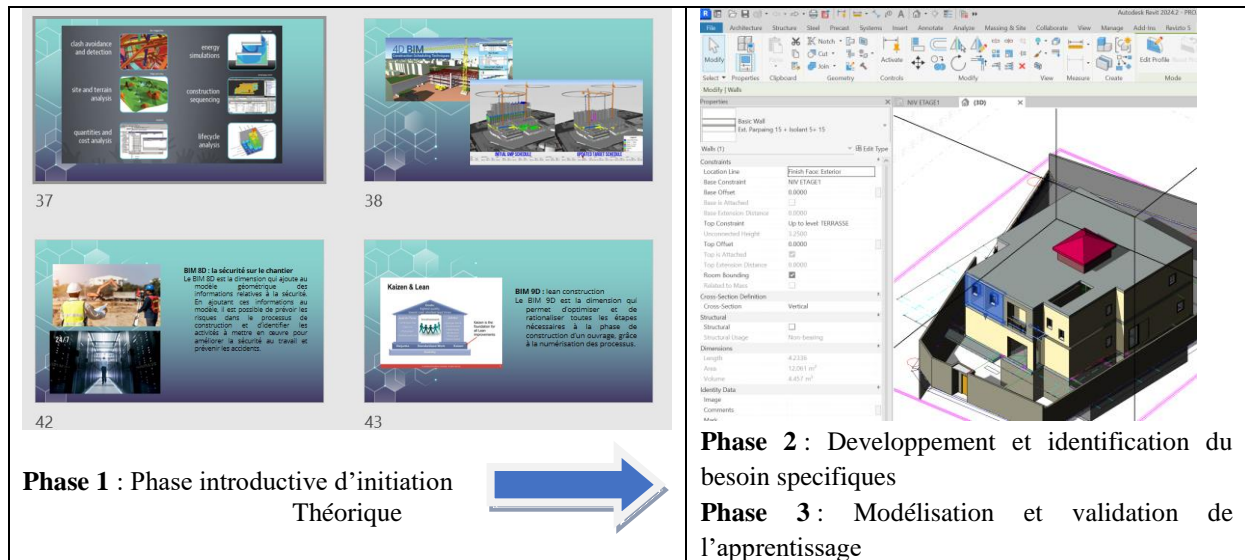


Fig 4. Processus de structuration de l'apprentissage du BIM à l'ISTUEB

3. Intégration de l'enseignement du BIM pour le niveau 5eme année architecture - séminaire

Aujourd'hui, l'enseignement de l'architecture repose principalement sur les notions d'observation, de lecture et d'écriture en premier cycle. L'analyse et la conception sont intégrés au niveau du deuxième cycle et organisés par des paliers correspondant à des niveaux de complexité formelle et fonctionnelle croissante des projets. Toutefois, pour répondre aux exigences actuelles du marché et aux évolutions technologiques, il devient impératif d'intégrer le BIM dans le cursus universitaire. Comment l'intégrer ? À quel niveau ? Et quels sont les outils pédagogiques à déployer pour assurer un enseignement efficace.

L'université Tunis Carthage UTC enseigne uniquement le logiciel REVIT en deuxième et troisième année. Un outil de modélisation et de visualisation 3D, qui par manque de temps et de maîtrise n'est pas utilisé par les étudiants pour leurs projets.

Les étudiants suivent ainsi des cours de modélisation 3D qui, bien qu'indispensables, ne leur permettent pas de saisir l'intérêt global du BIM, lequel dépasse largement la simple reproduction graphique. Revit est souvent perçu comme une évolution des outils de modélisation, orientant les étudiants vers des certifications spécialisées, sans leur fournir une vision globale du processus collaboratif et informationnel propre au BIM.

Repenser les programmes de formation en se concentrant sur le BIM dans sa globalité est essentiel pour préparer les futurs architectes au monde professionnel. Ainsi, l'adoption d'une approche holistique permettant d'intégrer les fondamentaux du BIM dès les premières années d'études est essentielle. C'est dans cette réflexion que j'ai eu l'occasion de proposer un premier cours développé autour de l'initiation aux fondamentaux du BIM pour la 5ème année

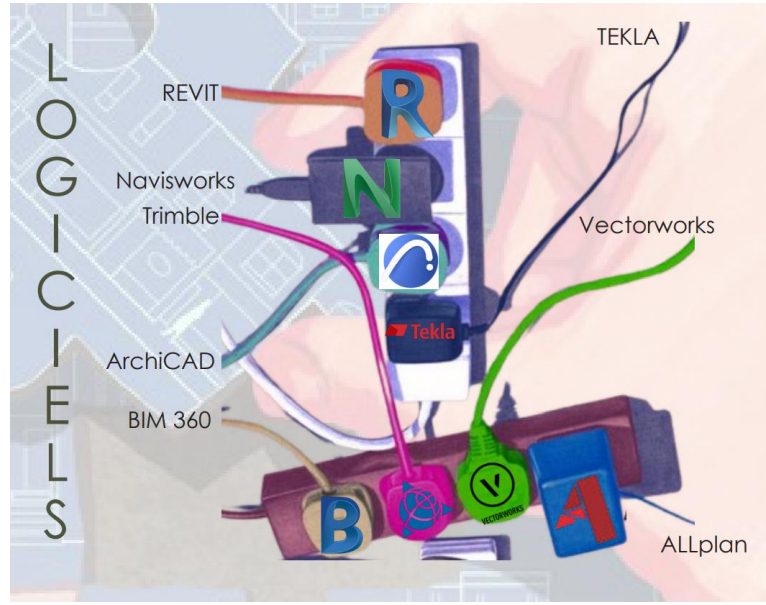
architecture. En réorientant ainsi les programmes vers une approche BIM globale, nous préparons les futurs architectes à relever les défis d'un secteur en pleine mutation, en leur fournissant non seulement des compétences techniques, mais aussi une compréhension approfondie des enjeux collaboratifs et informationnels de la construction numérique. Le séminaire se déploie en trois phases complémentaires, permettant aux étudiants de saisir de manière progressive et immersive le processus BIM pour la conception et la construction.

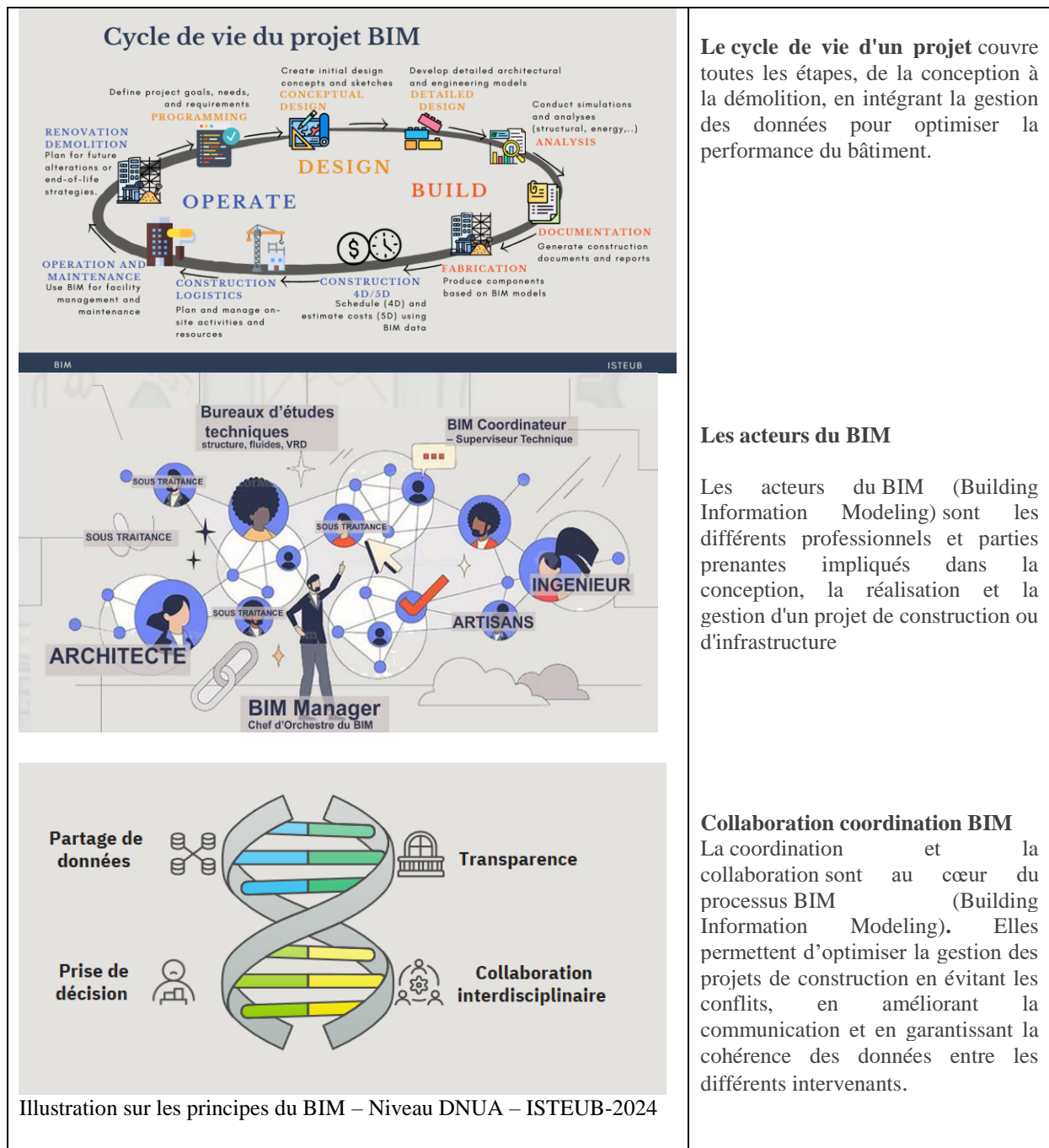
Phase 1 : Mise en situation immersive

Cette première phase débute par une mise en situation concrète, illustrant les méthodes traditionnelles actuellement utilisées dans les processus de conception et de construction d'un projet architectural. L'objectif est de faire prendre conscience aux étudiants des difficultés inhérentes à la coordination, à la collaboration, aux multiples versions de documents et aux risques de confusion ou de perte d'information. Dans ce contexte, l'introduction du BIM et de ses fondamentaux apparaît comme une réponse adéquate, à un besoin spécifique, démontrant la valeur ajoutée d'un processus structuré pour assurer la maîtrise et la cohérence d'un projet tout au long de son cycle de vie. Un cours théorique permet aux étudiants de comprendre d'une part les fondamentaux du BIM mais aussi les normes et les standards qui gèrent la gestion de l'information durant tout le cycle de vie du projet. Suite à cette première phase chaque étudiant est amené à illustrer sa perception du concept BIM. (Résultats Fig4.)

Cette première phase m'a permis d'initier les étudiants au monde du BIM et de leurs permettre aussi d'illustrer leurs compréhensions de ce process a leurs manières.

Les résultats reçus sont intéressants dans la mesure où chaque étudiant a pu exprimer à sa façon la manière de voir le concept BIM, en mettant en valeur les notions d'interopérabilité, du commun data environnement et des notions de coordination et collaboration selon les normes ISO19650.

 <p>Le Concept d'interopérabilité - Emna Ladgham – UTC 2025</p>	<p>CDE – plateforme de collaboration et interopérabilité</p> <p>A ce niveau les étudiants Les étudiants découvrent que différents logiciels (ex. : Revit, ArchiCAD, Tekla) peuvent échanger des données grâce à des formats standardisés :</p> <ul style="list-style-type: none"> • IFC (Industry Foundation Classes) pour le BIM. • COBie pour la gestion des actifs. • API pour les connexions personnalisées. <p>L'interopérabilité permet de sélectionner l'outil le plus adapté à chaque tâche sans être enfermé dans un écosystème propriétaire.</p>
--	--



Le cycle de vie d'un projet couvre toutes les étapes, de la conception à la démolition, en intégrant la gestion des données pour optimiser la performance du bâtiment.

Les acteurs du BIM

Les acteurs du BIM (Building Information Modeling) sont les différents professionnels et parties prenantes impliqués dans la conception, la réalisation et la gestion d'un projet de construction ou d'infrastructure

Collaboration coordination BIM

La coordination et la collaboration sont au cœur du processus BIM (Building Information Modeling). Elles permettent d'optimiser la gestion des projets de construction en évitant les conflits, en améliorant la communication et en garantissant la cohérence des données entre les différents intervenants.

Fig 5 : Extrait des travaux pratiques Concepts et processus BIM – 2024/2025

Résultats de la phase 1 témoignent de l'imprégnation des étudiants du concept BIM et leurs capacités à illustrer chacun à sa façon l'impact de ce process sur le déroulement d'un projet. Les notions fondamentales sont acquises, le BIM est bien un process qui permet à travers un modèle numérique riche en information de partager, structurer, communiquer l'information tout au long du cycle de vie d'un projet. Le logiciel revit retrouve ainsi sa raison d'être comme outils de modélisation et de visualisation 2D-3D, sachant que d'autres y existent comme ArchiCAD. D'autres dimensions de l'ordre de 4D-5D-6D-7D nécessitent d'autres logiciels pour effectuer des simulations nécessaires.



- **Phase 2 : Intervention d'experts en BIM**

Cette phase constitue une étape importante dans l'apprentissage du BIM, car elle permet aux étudiants de passer d'une compréhension théorique à une perception plus concrète et appliquée du processus BIM. En effet à travers la présentation de projet par les experts en BIM, les étudiants visualisent concrètement comment ce process permet de structurer une démarche cohérente sur des projets réels, dépassant ainsi la simple maîtrise d'un logiciel. Ils auront ainsi l'occasion d'échanger avec des professionnels, favorisant une interaction enrichissante et une meilleure compréhension des enjeux du BIM dans le monde professionnel.

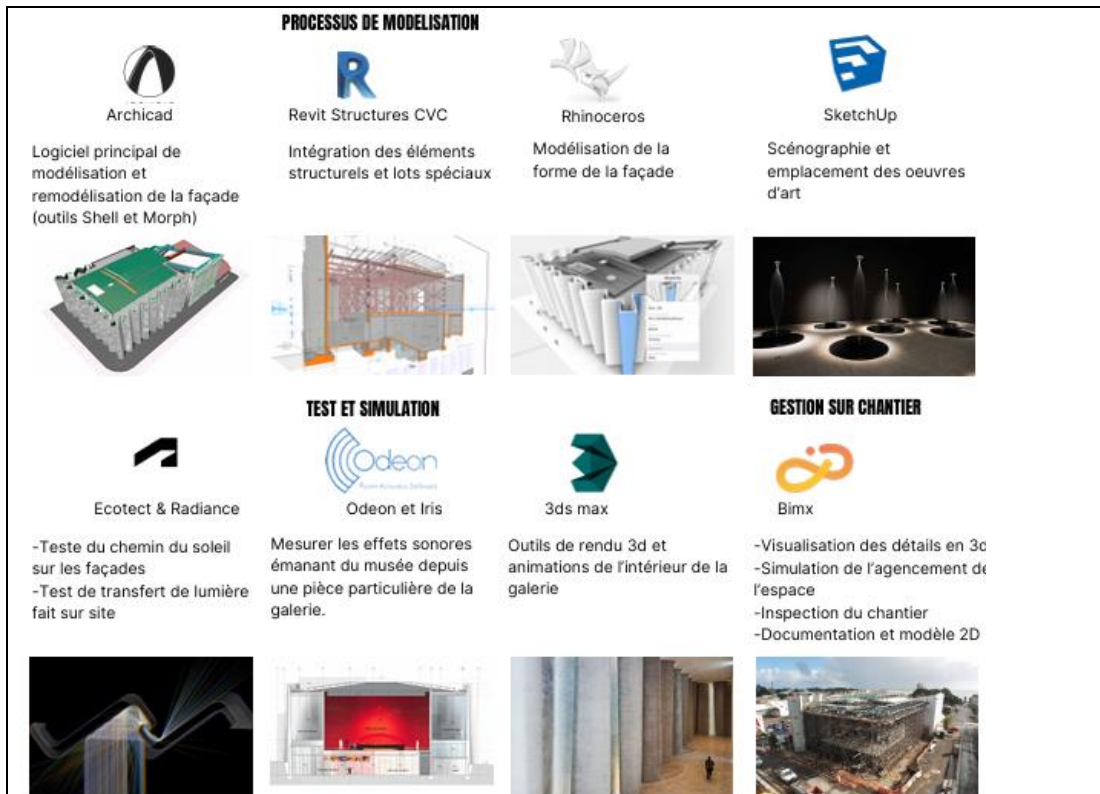


Fig 6. : Journée BIM A l'ISTEUB - Invitation de Professionnels du BIM - AMA GROUP

Ces journées de présentation et de discussion avec les professionnels du BIM ont permis aussi de sensibiliser les étudiants aux défis du secteur de la construction. En effet, les discussions permettent d'explorer les problématiques liées non seulement à la pratique du BIM mais aussi à l'implémentation du BIM (résistance au changement, collaboration interdisciplinaire, gestion des données, cadre réglementaire, etc.), renforçant ainsi la réflexion critique des étudiants.

- **Phase 3 : Analyse pratique de projets BIM**

La dernière phase du séminaire 5-ème année architecture UTC, se concentre sur une approche pratique et analytique en format workshop. Les étudiants sont amenés à étudier et à analyser des projets qui intègrent des usages spécifiques du BIM. Dans cette phase, ils doivent réaliser des schémas et des process illustrant comment l'intégration du BIM apporte une valeur ajoutée pour le métier, que ce soit en termes de coordination, de gestion de l'information ou de maintenance. Ce volet pratique, fruit d'une réflexion structurée sur des cas réels, constitue l'aboutissement du séminaire, qui a débuté par une solide introduction théorique et s'est enrichi d'un apport expert avant de plonger dans l'analyse concrète de projets.



Analyse du processus de modélisation du Centre Len Lye, situé à New Plymouth en Nouvelle-Zélande -2024

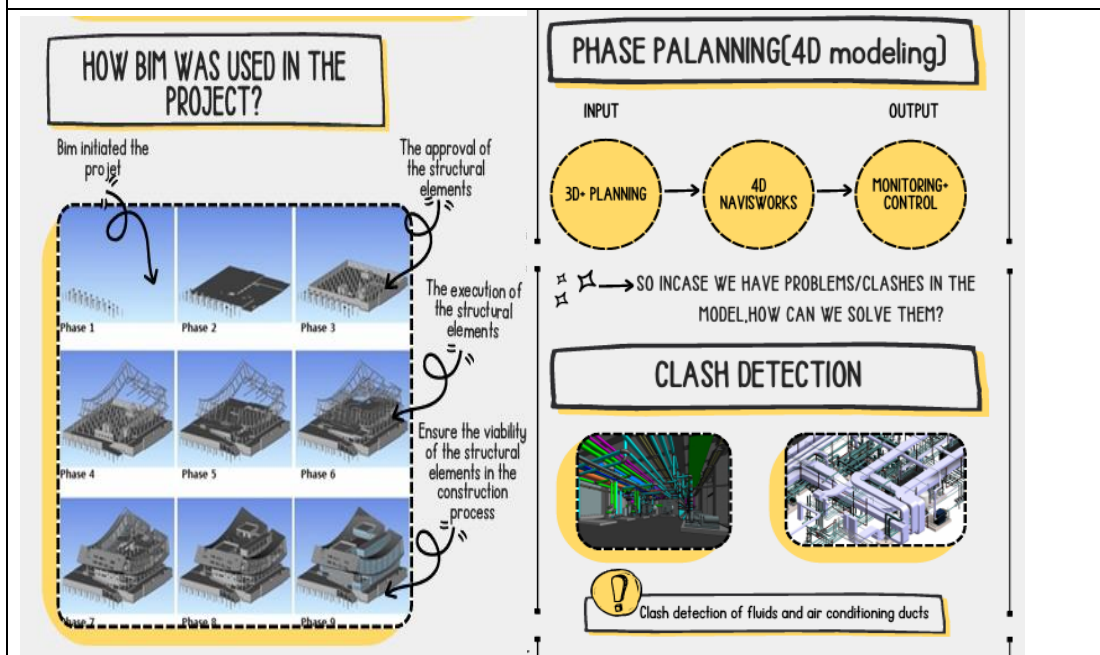


Illustration des process BIM - National library of Sejong City - 2024

Les acteurs du BIM – DNUA- ISTEUB - 2025

Fig 7. Analyse de projets BIM : évaluation des compétences acquises par les étudiants

Ces résultats montrent une parfaite compréhension du processus BIM à travers une introduction aux avantages du BIM selon une pédagogie progressive allant du théorique vers la pratique. Cette phase a permis aux étudiants de découvrir que le BIM n'est pas seulement un outil de modélisation, mais bien une méthode globale qui assure une gestion cohérente du projet dès sa conception jusqu'à sa maintenance. Le modèle numérique devient alors une base fiable d'informations, favorisant la prise de décision et la collaboration interdisciplinaire. La rencontre avec les professionnels constitue une phase de connexion avec le monde professionnel à travers les nouvelles exigences du métier. La troisième phase constitue l'aboutissement du workshop avec ancrage des concepts théoriques. Ainsi, Cette phase pratique permet aux étudiants d'appliquer les connaissances acquises, d'identifier les retours d'expérience et de mesurer l'impact de la méthode BIM sur la qualité et la gestion du projet.

En somme, ce séminaire offre une approche holistique et progressive de l'enseignement du BIM. Il vise à transformer la perception du logiciel et de ses usages, en le positionnant comme un outil de concrétisation d'un processus de gestion de projet intégré, essentiel pour répondre aux exigences d'un secteur de la construction en pleine mutation. La découverte c'est aussi au niveau du besoin en logiciels, non seulement revit mais une panoplie de choix guidée par les exigences du client, du projet mais aussi du cout des licences.

Si le BIM gagne progressivement sa place dans les cursus académiques, son adoption complète se heurte encore à des limites pratiques et structurelles. Une approche systémique ciblant les ressources, la formation des enseignants et l'évolution des référentiels pédagogiques s'avère indispensable pour une intégration réussie. En effet, l'insuffisance des ressources technologiques (salles de formations équipées) et le déficit en formateurs certifiés constituent des freins majeurs auxquels s'ajoutent une réticence cognitive tant chez les enseignants, ancrés dans les paradigmes traditionnels, que chez les apprenants. Ces limitations systémiques appellent à une réforme institutionnelle globale, une standardisation des process selon les besoins spécifiques au marché de l'employabilité du secteur et intégrant à la fois des investissements matériels conséquents et un programme structuré de formation des formateurs.

Conclusion :

Le véritable défi de l'intégration du BIM dans les universités réside dans la capacité à développer une compréhension approfondie du processus BIM. Cela implique une approche intégrée, alliant une vision systémique de la gestion de projet à la maîtrise des outils technologiques.

L'élaboration de cette démarche d'apprentissage a mis en lumière l'importance d'une acquisition progressive des compétences en BIM, allant de l'initiation aux concepts fondamentaux vers la maîtrise d'applications avancées. Cette approche permet de garantir des bases solides et une montée en compétences cohérente, adaptée aux besoins du secteur. Les retours d'expérience des étudiants, unanimement favorables, confirment l'efficacité de cette méthode et encouragent sa reconduction dans les années à venir.

Cependant, pour pérenniser cette démarche, une certaine flexibilité des programmes est nécessaire afin d'intégrer rapidement les évolutions technologiques et méthodologiques propres au BIM. Par ailleurs, la formation des enseignants constitue un enjeu majeur : ceux-ci

doivent disposer d'une vision globale du processus BIM pour adapter les méthodes d'apprentissage à chaque niveau et à chaque spécialité. Il est essentiel de rappeler que les logiciels BIM doivent être perçus comme des facilitateurs d'un processus global, répondant à un usage BIM spécifique et centré sur la collaboration, la gestion de l'information et l'innovation. Cette perspective est cruciale pour préparer les futurs professionnels à relever les défis d'un secteur de la construction en pleine mutation, où la capacité à innover et à collaborer efficacement sera un facteur clé de succès.

Références :

1. AIA-CA. 2012. 'BIM in Practice - BIM Education, a Position Paper by the Australian Institute of Architects and Consult Australia', available: <http://www.bim.architecture.com.au/> [accessed January 25, 2013].
2. Barison, M. B. et Santos, E. T. (2010b). Review and analysis of current strategies for planning a BIM curriculum. Dans *Proceedings of the CIB W78 2010: 27th International Conference* (p. 16-18). Récupéré de l'ITC Digital Library : <http://itc.scix.net>
3. Becerik-Gerber, B., Gerber, D. J. et Ku, K. (2011). The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: Integrating recent trends into the curricula. *Electronic Journal of Information Technology in Construction*, 16, 411-432. Récupéré de <http://itcon.org>
4. Boton, C., Forgues, D. & Halin, G. (2017). Les enjeux liés à l'intégration de l'approche BIM de modélisation des données du bâtiment à l'enseignement universitaire : cas d'une école d'ingénierie. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire / International Journal of Technologies in Higher Education*, 14(2), 5–23. <https://doi.org/10.18162/ritpu-2017-v14n2-01>
5. Celnik, O., 2015, BIM maquette numérique pour l'architecture, le bâtiment et la construction, ed CSTB, (pp37-89). Groupe Eyrolles et CSTB.
6. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. et Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2e éd.). Hoboken, NJ : McGraw-Hill.
7. Faillières Clément (2014), L'enseignement du BIM dans les écoles d'architecture françaises. *Architecture, aménagement de l'espace*. ffdumas-01764726f
8. Macdonald, J. A. (2012) A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines. Dans *Proceedings of the 37th Annual Conference of the Australasian Universities Building Educators Association (AUBEA)* (p. 223-230). Récupéré du site du GRIDD, École de technologie supérieure, Canada : <http://gridd.etsmtl.ca>
9. Kocaturk, T. et Kiviniemi, A. (2013). Challenges of integrating BIM in architectural education. *Computation and performance*. Dans *Proceedings of the 31st eCAADe Conference* (vol. 2, no 2, p. 465-474). Récupéré du répertoire CUMINCAD : <http://cumincad.architexturez.net>
10. Lage, M. J., Platt, G. J. et Treglia, M. (2000). Inverting the classroom : A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43. <https://doi.org/10.1080/00220480009596759> Macdonald, J. A. (2012).
11. ISO 19650-1:2018 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling.
12. Succar, B. et Sher, W. (2013). A competency knowledge-base for BIM learning. *Australasian Journal of Construction Economics and Building (AJCEB) - Conference Series*, 2(2), 11-18. Récupéré de <http://epress.lib.uts.edu.au/journals/index.php/AJCEB-Conference-Series>.

13. Sacks, R. et Barak, R. (2010). Teaching building information modeling as an integral part of freshman year civil engineering education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 136(1), 30-38.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000003](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000003)

Lien Internet :

- <https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/2>
- <https://www.iso.org/fr/standard/68078.html>
- <https://bimexcellence.org/>

