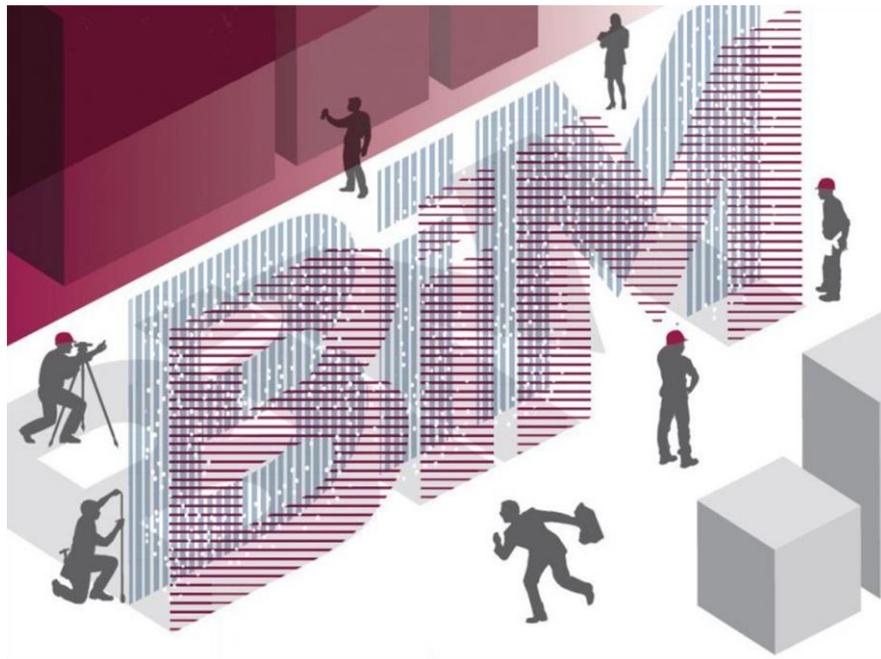


Thèse professionnelle

(trans)FORMER au BIM : transmettre le BIM pour l'économie de demain dans le Grand Est



Laura HAMM, promotion 2017-2018

Diffusion libre

REMERCIEMENTS

Tout ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien de ma famille, tout particulièrement de David mon fiancé et Arthur mon fils qui ont supporté tous ces moments où mes disponibilités allaient vers mon travail de thèse.

Je tiens à remercier Jean-Luc SADORGE et Philippe JACGLIN de m'avoir permis de réaliser cette année de Mastère professionnel en m'accueillant au sein de Pôle Fibres Energivie.

Il m'est tout aussi important de faire un grand clin d'œil à Deborah, Hannah, Zoé et Valia pour toute cette complicité qui s'est installée au fil du temps, ainsi qu'à l'ensemble des personnes avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger au Pôle lors de cette année.

Merci à Stéphane BOUR, pour ses conseils toujours avisés, sans oublier l'ensemble de l'équipe de formateurs de ce Mastère BIM, spécifiquement Serge LEVAN qui m'a ouvert la voie de la réflexion et Vincent STEINER qui m'a permis de réaliser mon expérimentation de co-conception.

Merci à Mélanie TROMMENSCHLAGER, avec qui j'ai eu l'occasion de collaborer une grande partie de l'année ; le campus des métiers trouve une grande partie de son identité grâce à sa motivation, sa gentillesse et son professionnalisme. Merci également à Jean-Marc SIERRA pour ces multiples échanges, qui ont souvent permis de faire évoluer ma réflexion sur la thématique.

Un merci aux MS qui, après quelques remaniements, ont permis de former un petit groupe complémentaire avec qui il était toujours agréable d'apprendre.

Il me faudrait citer de trop nombreuses personnes qui m'ont permis d'évoluer et de grandir encore, m'offrant toujours plus cette soif d'apprendre au quotidien.

Merci à tous.

SOMMAIRE

Table des figures et illustrations	8
Glossaire.....	10
Introduction générale.....	13
Contexte général	15
Chapitre 1 : Former au BIM, une nécessité	16
I. Comprendre le BIM pour l’enseigner	16
I.1 BI « M » : les 3 aspects du BIM	16
I.1.1 Model : le système d’information	16
I.1.2 Modeling : la maquette numérique.....	16
I.1.3 Management : le projet	16
I.2 L’outil, mais pas que.....	17
I.2.1 Le travail collaboratif, clé du BIM.....	17
I.2.2 L’outil comme dispositif de communication du projet	18
II. Les parties prenantes au cœur du processus.....	19
II.1 Le rôle des acteurs dans la chaîne de production du projet.....	19
II.2 La nécessaire évolution des rôles avec l’arrivée du BIM	20
II.2.1 L’évolution des organisations.....	20
II.2.2 Nouveaux rôles, nouveaux métiers	22
II.2.2.a Emergence d’une demande plus spécifique	22
II.2.2.b Vous avez dit BIM manager ?.....	23
III. L’implémentation du BIM	24
III.1 De l’euphorie aux heures sombres	24
III.2 Les nombreux avantages du BIM	26
III.3 Les freins du BIM	27
III.3.1 La résistance au changement.....	27
III.3.2 Le manque d’information et de formation	28
Chapitre 2 : L’enseignement du BIM	30
I. L’innovation pédagogique ou les nouvelles façons d’apprendre.....	30
I.1 L’enseignement aujourd’hui.....	30
I.1.1 Comment apprend-on	30
I.1.2 Société en mutation et évolution des besoins.....	33
I.1.2.a Un monde en mutation au fil des révolutions industrielles.....	33
I.1.2.b De la génération Y à la génération Z.....	34
I.2 L’évolution de la pédagogie.....	36
I.2.1 L’innovation en pédagogie.....	36
I.2.1.a Le numérique, facteur d’innovation	36
I.2.1.b Les nouvelles pédagogies.....	37
I.2.2 Nouveau rôle, nouvelle temporalité.....	41

I.2.2.a	L'évolution des rôles	41
I.2.2.b	Vers un apprentissage tout au long de la vie	41
I.3	L'instrumentation de l'enseignement.....	42
I.3.1	Donner envie d'apprendre	42
I.3.1.a	Donner du sens à l'apprentissage.....	42
I.3.1.b	Privilégier l'autonomie de l'apprenant	43
I.3.2	L'Environnement Personnel d'Apprentissage	43
I.3.2.a	Les outils numériques	46
I.3.2.b	Les outils non numériques	47
II.	Actions BIM dans l'enseignement	49
II.1	Le BIM dans l'enseignement et la formation	49
II.1.1	Dans le monde.....	49
II.1.2	Spécifique à la France	55
II.1.2.a	L'implémentation du BIM dans les formations initiales	55
II.1.2.b	Initiatives collaboratives dans l'enseignement	57
II.2	Expérimentations pédagogiques centrées sur le BIM	62
II.2.1	MINnD et EduBIM.....	62
II.2.2	Actions BIM à visée pédagogique.....	63
II.2.3	Dispositif innovant dans la formation.....	66
Chapitre 3 : L'implémentation du BIM dans le Grand Est		71
I.	Etat des lieux dans le monde économique	71
I.1	Etude auprès des associations professionnelles du bâtiment	71
I.1.1	Présentation et méthodologie du questionnaire	71
I.1.2	Présentation et analyse des résultats.....	73
I.2	Etude auprès des professionnels du BTP	73
I.2.1	Présentation et méthodologie du questionnaire	73
I.2.2	Présentation et analyse des résultats.....	74
II.	Etat des lieux dans le monde académique.....	74
II.1	Auprès des établissements d'enseignement	74
II.1.1	Présentation et méthodologie du questionnaire	74
II.1.2	Présentation et analyse des résultats.....	76
II.2	Etude auprès des apprenants.....	76
II.2.1	Présentation et méthodologie du questionnaire.....	76
II.2.2	Présentation et analyse des résultats.....	77
Chapitre 4 : Leviers d'actions visant à implémenter le BIM dans l'enseignement.....		78
I.	Créer une synergie de réseau.....	78
II.	Transmettre le BIM : connaissances, compétences, savoirs et savoir-faire.....	79
II.1	Compétences et savoir-faire de l'équipe enseignante	79
II.2	Implémenter le BIM dans l'enseignement.....	79
II.2.1	L'apprentissage de la culture collaborative	79
II.2.1.a	Environnement propice à l'apprentissage de la culture collaborative.....	79
II.2.1.b	Le mode projet comme préparation au monde professionnel.....	80
II.2.2	Déterminer des niveaux de compétences	82

III.	L'EPA et ses outils	83
III.1	Le parcours de l'apprenant	83
III.1.1	Créer un continuum pédagogique.....	83
III.1.2	Proposer un parcours d'apprentissage orienté compétences.....	84
III.2	Création d'un learningLab	86
III.2.1	Nécessité d'un espace physique d'apprentissage collaboratif	86
III.2.2	Espace de type LearningLab	87
III.3	Apports d'un environnement numérique d'apprentissage	88
Chapitre 5 : Application de la proposition au réseau du Campus des métiers 3 ^E		92
I.	Réflexion engagée sur l'implémentation du BIM dans les formations du réseau	92
I.1	Renforcer la synergie de réseau Campus-Pôle.....	92
I.2	Actions de communication.....	93
II.	Groupe de travail Pôle – CMQ 3 ^E	93
II.1	Retour sur le travail de sondage effectué.....	93
II.2	Proposition d'actions concrètes	94
II.2.1	Formation des enseignants	94
II.2.2	Expérimentations collaboratives	96
III.	Outils des EPA.....	97
III.1	Projet d'Espace d'Enseignement Virtuel.....	97
III.1.1	Présentation du projet.....	97
III.1.2	Co-conception du LearningLab.....	98
III.2	Environnement virtuel numérique	101
Conclusion générale		103
Bibliographie		104
Annexe 1:	Compte-Rendu de la réunion pole-campus.....	107
Annexe 2:	Questionnaire à destination du monde économique (Campus, pôle).....	109
Annexe 3:	Répondants au sondage « monde économique »	110
Annexe 4:	Sondage personnel à destination des professionnels du BTP	113
Annexe 5:	Questionnaire à destination du monde académique (Campus, pôle).....	120
Annexe 6:	Répondants au sondage « monde académique ».....	122
Annexe 7:	Sondage personnel à destination des apprenants.....	127
Annexe 8:	Séance de co-conception du 6 octobre 2018	134

Table des figures et illustrations

Figure page de garde, source: http://topographie.insa-strasbourg.fr/initiation-au-bim/	01
Figure 1 - Schématisation du processus d'un projet de construction.....	20
Figure 2 - Principaux métiers concernés par le BIM selon les différentes phases d'un projet de construction	21
Figure 3 - Nombre d'offres demandant des compétences en BIM publiées par l'APEC en 2015 et 2016	22
Figure 4 - Evolution de l'intérêt du terme BIM manager entre janvier 2012 et janvier 2018 ..	24
Figure 5 - Maturité des secteurs dans la transformation numérique.....	25
Figure 6 - Illustration de la courbe de Gartner.	25
Figure 7 - Le triangle pédagogique résume les relations entre les éléments.....	31
Figure 8 - Courbe de l'oubli selon Hermann Ebbinghaus	32
Figure 9 - Cône d'apprentissage d'Edgar Dale	33
Figure 10 - Cycle de l'innovation de Schumpeter	33
Figure 11 - Illustration des différences générationnelles.....	35
Figure 12 - L'école du futur, illustré par Jean-Marc Coté	37
Figure 13 - Pédagogie traditionnelle/Inversée	38
Figure 14 - Processus de projet A2P2	39
Figure 15 - Apprendre grâce à la réalité virtuelle	40
Figure 16 - Usages d'un EPA.....	44
Figure 17 - Outils numériques et non numériques de l'EPA.....	45
Figure 18 - Schématisation d'un Espace Numérique de Travail	47
Figure 19 - Schématisation de l'implémentation du BIM en fonction du niveau des apprenants	58
Figure 20 - Calendrier de l'expérimentation inter-établissement	59
Figure 21 - Schématisation des 11 unités d'enseignement.....	60
Figure 22 - Projet "Un habitat pour tous" finaliste du concours Batissiel Plus 2018.....	61
Figure 23 - Visuels présentant le challenge d'idées Winnov'2018	65
Figure 24 - Les 3 axes principaux du programme de recherche de la Chaire 4.0	66
Figure 25 - Centre de compétence de l'ESITC Caen	67
Figure 26 - Objectifs de la plateforme de formation	69
Figure 27 - Carte représentant les établissements d'enseignement membres du CMQ 3 ^E	75
Figure 28 - Représentation schématique des phases d'élaboration d'un projet	81
Figure 29 - Intervention des acteurs en fonction de l'étape du cycle de vie du bâtiment	82
Figure 30 - Activités impactées par le BIM, exemple du BAC pro TB EE	83
Figure 31 - Schéma de parcours de formation	84
Figure 32 - Fonctionnement des open badges	86
Figure 33 - Les équipements du Learning Lab, source modifiée	87
Figure 34 - Schéma des briques fonctionnelles de l'environnement numérique d'apprentissage	90
Figure 35 - Rétroplanning sommaire du projet inter-établissement, source personnelle	96
Figure 36 - Plan de l'espace disponible jouxtant l'ECV.....	97
Figure 37 - Brainstorming en début de la séance de co-conception	100
Figure 38 - Schématisation de l'espace conçu par le groupe d'étudiants.....	100
Figure 39 - Représentation schématique des composantes de l'environnement numérique	102

Tableau 1 - Liste des associations professionnelles cibles du sondage71

Glossaire

BIM : Building Information Modeling

MS : Mastère Spécialisé

NINnD : Modélisation des INformations INteropérables pour les INfrastructures Durables

BTP : Bâtiment et Travaux Publics

EPA : Environnement Personnel d'Apprentissage

CMQ 3E : Campus des Métiers et des Qualifications Eco-construction et Efficacité Energétique

PTNB : Plan de Transition Numérique du Bâtiment

ECV : Espace de Construction Virtuelle

3D : 3 Dimensions

AFITEP – AFNOR : Association Française des Ingénieurs et Techniciens d'Estimation de Planification – Association Française de NORmalisation

APEC : Association pour l'Emploi des Cadres

MOOC : Massive Open Online Course

A2P2 : Apprentissage Actif par Projets

MIT : Massachusetts Institute of Technology

LMS : Learning Management System

ENT : Espace Numérique de Travail

AEC : Architecture, Engineering and Construction

TAFE : Technical And Further Education

AECOO : Architecture, Engineering, Construction, Owner Operator

ESTP : Ecole Spéciale des Travaux Publics

RNCP : Répertoire National des Certifications Professionnelles

MPC : Management de Projet de Construction

ESITC : Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction

ENSA PVS : Ecole Nationale Supérieure d'Architecture Paris Val-de-Seine

ISA BTP : Institut Supérieur Aquitain du Bâtiment et des Travaux Publics

UPPA : Université de Pau et des Pays de l'Adour

IUT : Institut Universitaire de Technologie

VDI : Virtual Desktop Infrastructure

VR/AR : Virtual Reality/Augmented Reality

TVET : Technical and Vocational Education and Training

IFC : Industry Foundation Classes

SIG : Système d'Information Géographique

CCCA-BTP : Comité de Concertation et de Coordination de l'Apprentissage du Bâtiment et des Travaux Publics

CFA : Centre de Formation d'Apprentis

UNIT : Université Numérique Ingénierie et Technologie

ENPC : Ecole Nationale des Ponts et Chaussées

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

TIC(E) : Technologie de l'Information et de la Communication (pour l'Enseignement)

GIP FTLV : Groupement d'Intérêt Public Formation Tout au Long de la Vie

MEP : Mechanical, Electrical and Plumbing

PIA : Projet d'Investissement pour l'Avenir

INSA : Institut National des Sciences Appliquées

« L'école forme actuellement les jeunes à être prêts pour un monde qui n'existe déjà plus »

Olivier Roland

Introduction générale

Quatre ans après le lancement officiel du PTNB, le secteur du BTP a modestement évolué et reste encore trop peu tourné vers la transition numérique, même si quelques actions remarquables ont été initiées jusque-là. La fin du PTNB, annoncée pour décembre de cette année marquera-t-elle la fin des actions visant à améliorer la diffusion du BIM ? Au contraire, tout reste à faire. Le BIM, ce mot tabou qui effraie le monde du BTP plus qu'il ne le conforte a subi les effets de la surmédiation des éditeurs qui voyait dans ce nouveau mode de travail l'occasion de mettre leurs produits à l'honneur tout en hissant leur entreprise au sommet d'un secteur qui souffre d'un techno-centrisme vain et inutile.

Le secteur de la construction qui représente un actif humain de 1,146 million¹, dont une grande partie regarde le train passer sans trop comprendre ce qu'il faut faire pendant que quelques rares fonceurs se bousculent dans la locomotive, doit être accompagné dans cette transition, réparant les dégâts de la surinformation dont il a été inondé. Le BIM est complexe à comprendre et à mettre en œuvre mais il est nécessaire, à défaut d'être obligatoire. D'abord annoncé comme obligatoire en France à l'horizon 2017 à la suite de la directive européenne 2014/24/UE article 22.4 [15] concernant la passation des marchés publics évoque le BIM en précisant : « *Les États membres peuvent exiger l'utilisation d'outils électroniques particuliers tels que des outils de modélisation électronique des données du bâtiment* ». Sa transposition française évoque alors à son tour le BIM dans l'article 42 III du décret n°2016-360 mais sans l'imposer. C'est en effet le choix du recours à l'incitation qui a été retenue par la France. Si l'obligation de l'usage du BIM a affolé le secteur, la voie de l'incitation a subi son essoufflement, nous nous retrouvons alors dans un virage, pourtant indispensable avec une majorité de professionnels réfractaire à ces pratiques ou tout au moins perdus.

« BIM dans l'ingénierie : 80000 salariés à former d'ici 2020 »² titrait un article du Moniteur en 2016 [25]. Ces chiffres me paraissent sous évalués lorsque l'on sait que le secteur, maître des réfractaires au changement, choisit ses pratiques ancestrales de peur de perdre ses si chères compétences difficilement acquises. Mais n'est-ce pas là un pari risqué ? Rester compétitif dans cette société en mouvance perpétuelle est devenu l'enjeu majeur des organisations du 21^{ème} siècle. Le BIM est un nouveau mode de projet qui exige la collaboration et demande aux professionnels de s'adapter. La faible implémentation de ce processus annonce une longue période de transition qui ouvre la possibilité d'apporter une réponse par le biais de la formation.

Si les professionnels en activité résistent à l'appel du numérique, qui les obligerait à désapprendre ce qu'ils ont mis tant de temps à apprendre, il n'en est pas de même pour les futurs professionnels, vierge de tout apport de méthodes, techniques et processus liés à l'acte de construire. Nul besoin chez eux de formater un quelconque savoir ancré. Si le fond semble louable, la forme nécessite cependant un modelage permettant d'adapter la formation aux réels besoins du marché, il est en effet illusoire de penser que notre appareil de formation est approprié à un secteur en pleine mutation.

¹ Chiffre 2017 issu de l'observatoire des métiers du BTP : <https://www.metiers-btp.fr/les-chiffres/les-chiffres-cles/les-entreprises.html>

² <https://www.lemoniteur.fr/article/bim-dans-l-ingenierie-80-000-salaries-a-former-d-ici-2020.1316969>

Cette thèse professionnelle propose d'**engager une réflexion sur l'adaptation des modèles pédagogiques actuels avec l'arrivée du BIM et s'interroge sur les dispositifs pédagogiques et les procédés à mettre en place afin d'inclure les pratiques BIM à l'enseignement pour préparer les futurs professionnels à l'économie de demain.**

Cette thèse professionnelle tente d'apporter des réponses à la problématique posée à travers cinq chapitres qui ont pour objectifs de construire un raisonnement amenant à des solutions possibles.

Après avoir expliqué le contexte général particulier autour duquel ce travail s'est organisé, je proposerai, dans le premier chapitre, ma définition du BIM et de ses enjeux en vue de poser les bases de ma réflexion. Afin d'apporter une réponse pertinente à la problématique, j'évoquerai un rapide état des lieux de l'enseignement aujourd'hui et de l'évolution de ses pratiques pour ensuite citer les actions déjà engagées afin de transmettre le BIM aux apprenants en France et dans le monde. Je présenterai par la suite une analyse personnelle de l'implémentation des pratiques BIM dans la région du Grand Est, tant du point de vue professionnel que de l'enseignement.

Enfin, dans les chapitres quatre et cinq, je proposerai des solutions en tentant de répondre à la problématique. Le quatrième chapitre présentera alors des leviers d'actions visant à l'implémentation du BIM dans l'enseignement pour terminer sur une application possible au sein du campus des métiers 3^E du Grand Est dans le cinquième chapitre.

Contexte général

Après avoir énoncé mon intérêt pour la formation et mon souhait de travailler sur le sujet de l'enseignement au BIM durant l'année afin de produire ma thèse professionnelle, le directeur du Pôle m'a exposé sa volonté de renforcer la collaboration avec le Campus des Métiers et des Qualifications Eco-construction et Efficacité Energétique Grand Est (CMQ 3^E). Il s'agissait donc de réduire la fracture entre le monde économique et le monde académique mais aussi de les assister dans la qualification des savoirs et compétences nécessaires afin d'implémenter le BIM dans les formations. L'expérience du Pôle quant à l'accompagnement des professionnels du bâtiment vers la transition numérique, mais aussi la création de la plateforme BIM et de l'Espace de Construction Virtuelle (ECV), ³ que je développerai dans le chapitre 5, qui sont en cours d'achèvement sont des atouts indéniables. Il est alors naturel que des actions soient menées conjointement afin de lier les efforts et d'obtenir des résultats plus probants. Il était d'autant plus intéressant pour moi de construire mon analyse en vue de proposer des solutions applicables à la structure qu'il me semblait important de prendre comme contexte géographique la région Grand Est dans laquelle la pratique BIM me semble avoir des difficultés à se déployer.

Le CMQ 3^E fait partie d'un ensemble de 78 campus labellisés, dont 9 sont liés au domaine de l'infrastructure, du bâtiment et de la construction. L'objectif des campus est de créer un rapprochement entre le monde académique, la recherche et le monde économique, tout en accompagnant la montée en compétences des futurs professionnels du bâtiment. Le CMQ 3^E porté par un réseau de 13 établissements, ainsi que des fédérations, entreprises, et acteurs institutionnels du secteur est représenté par l'IUT d'Illkirch. Le campus s'appuie sur le Pôle de compétitivité Fibres Energivie qui permet de créer une synergie pour le secteur du BTP.

Ses missions sont multiples, il s'agit principalement de rendre visibles les formations qui y sont représentées et de mutualiser toutes les ressources ainsi que les outils pédagogiques. Le BTP est un secteur qui souffre d'un manque d'attractivité, peinant à attirer les jeunes vers des métiers qui sont trop souvent choisis par défaut. Le campus a pour ambition de donner une image positive et réelle d'un secteur qui possède de nombreux atouts, s'ouvrant vers un monde numérique cher à notre jeune génération.

Le CMQ 3^E co/organise des événements et des conférences en lien fort avec le secteur et la thématique de l'écoconstruction, permettant d'ouvrir les perspectives des jeunes en formations en créant du lien entre les mondes académiques et économiques. Les actions des différents membres sont également diffusées par le biais du campus, de manière à développer un réseau plus fort entre professionnels du secteur.

Un des aspects importants des missions du campus est de comprendre et de mettre en avant les besoins en formation des entreprises tout en analysant les possibilités offertes par les établissements afin d'enrichir le secteur qui ne demande qu'à évoluer et innover. La mutation du secteur du BTP dans le numérique nécessite donc une approche globale dans la réflexion de la requalification des formations afin d'implémenter les pratiques de la manière la plus efficace possible.

³ Espace de Construction Virtuel (ECV) : espace dédié à la pratique collaborative autour du projet BIM et de ses outils numériques.

Chapitre 1 : Former au BIM, une nécessité

I. Comprendre le BIM pour l'enseigner

I.1 BI « M » : les 3 aspects du BIM

Cet acronyme composé de 3 lettres désigne le « Building Information Model, Modeling, Management ». Souvent appelé maquette numérique, ou associé principalement à une solution logicielle, ce terme désigne un processus qui va couvrir l'ensemble du cycle de vie d'un ouvrage de son idéation jusqu'à sa déconstruction. Si le « B » de Building est aujourd'hui étendu au C pour City, L pour landscape, il ne fait aucun débat pour la définition de cette lettre, le « I » révèle toute la richesse de ce processus puisque c'est l'information qui est associé au modèle 3D qui fait la force du BIM. Le « M » quant à lui, fait débat ou plutôt désigne un ensemble de définitions complémentaires et illustre les trois sous-ensembles de cette méthode de travail, chacune reprenant un des aspects du BIM, que nous pourrions transcrire par les 3 rôles spécifiques dans le processus BIM.

I.1.1 Model : le système d'information

Il s'agit de la base de données des objets BIM. Cette partie du travail dans le processus BIM est formalisée par la création de la maquette numérique, il y a donc une attention particulière portée à la justesse de la modélisation et des objets constituant le modèle mais aussi des informations qui y sont apportées. Ce « Model » est la base du travail en BIM, le reste du bon déroulé du processus est en effet intimement lié à la bonne conduite de ce premier élément. Si celui-ci est conçu de façon approximative ou erroné, le BIM n'apportera pas les effets positifs escomptés au projet. Le travail sur le modèle numérique crée une base de données qui va enrichir le projet et pourra être exploitée par l'ensemble des acteurs du projet, qui pourront à leur tour l'enrichir. Pour obtenir une base de données propre et utilisable, il est alors indispensable qu'il y ait une organisation mise en place autour de celle-ci.

I.1.2 Modeling : la maquette numérique

Il s'agit du travail collaboratif autour de la base de données BIM. C'est alors grâce au travail collaboratif des différents acteurs que le modèle numérique peut se construire et être complété tout au long du processus pour être finalisé dans une base de données enrichie, exploitable par le maître d'ouvrage. Dans un processus de projet BIM, un garant permet alors de réaliser ce travail de constitution du modèle en s'assurant de la justesse des objets ajoutés et informés. Le « Modeling » permet alors d'obtenir un modèle 3D sain et fiable, sans lequel les informations seraient faussées et rendraient l'aboutissement du projet difficile car aléatoire.

I.1.3 Management : le projet

Il s'agit du processus de gestion de la base de données et du travail collaboratif, tout au long du cycle de vie du projet. Un des aspects le plus important du BIM, en effet, l'humain étant au centre du processus, c'est le « Management » qui va faire en sorte que le travail collaboratif s'opère le mieux possible, de façon simple pour que chacun puisse y prendre part, mais aussi

que tout le monde comprenne le projet et se comprenne. C'est sur cet aspect que la mise en place du BIM pose à l'heure actuelle le plus de soucis car il s'agit avant tout du manque de communication qu'il y a entre les acteurs du BTP qui empêche la bonne marche du processus de projet. Nous pourrions dire finalement que le BIM peut apporter la réponse à la problématique d'un des plus grand maux du BTP, à savoir le lien entre les acteurs. Apprendre à se comprendre et à communiquer font partie des savoir-être les plus fondamentaux à acquérir pour travailler dans un processus BIM.

I.2 L'outil, mais pas que...

« On fabrique une maquette numérique avec des logiciels mais on réussit un projet avec des hommes »

Serge K. Levan

Il était fréquent d'entendre parler du BIM comme d'un outil et même si ce discours a évolué au fil des années d'approfondissement sur la pratique, un amalgame est encore trop souvent fait. Non, le BIM n'est pas un outil, non, le BIM n'est pas REVIT. Selon moi, l'outil ne représenterait que de 30%, il faut alors s'interroger sur les 70% majoritaires ? L'Homme est tout simplement à l'origine de la majeure part du processus BIM.

I.2.1 Le travail collaboratif, clé du BIM

Le BTP est malade de l'individualité du travail de chacun, manque de communication, manque de compréhension des interfaçages... Si le BIM est, pour l'ensemble du secteur, un bouleversement majeur c'est parce qu'il modifie la structure de base du projet de construction et donc les relations entre les acteurs qui gravitent autour du projet.

Le processus ne modifie pas les fondamentaux théoriques de la pratiques, puisque concevoir puis construire induit un travail de communication important entre les acteurs. Mais cette coopération est-elle réellement effective ? Voilà peut-être la raison pour laquelle le BIM apparait comme une révolution pour l'ensemble des acteurs. Si la communication est présente dans la théorie, dans la pratique celle-ci se révèle bien souvent chaotique et l'on se retrouve avec des désordres tout au long de la phase de conception mais aussi et surtout sur le chantier. Si le BIM va progressivement devenir un incontournable du secteur, il s'agit urgemment de pallier cette faille organisationnelle.

La maquette numérique ne suffit pas à la pratique du BIM, elle n'est pas le moteur de l'amélioration du projet de construction. Si les Hommes ne communiquent pas, les informations liées à l'objet 3D restent isolées et le processus BIM est à l'arrêt. Pourquoi alors la collaboration, si elle paraît évidente, n'est pas ou peu initiée dans le processus de projet ? Comme le définit Nader Boutros⁴, la collaboration est *« un processus structuré et récursif selon lequel deux ou plusieurs individus travaillent ensemble pour atteindre un objectif commun en partageant des savoirs, en apprenant et en construisant du consensus. »*⁵

⁴ Nader Boutros est un enseignant Co-directeur du Mastère Spécialisé BIM de l'ESTP

⁵ <http://www.evcau.archi.fr/products/nader-boutros/>

Plusieurs facteurs entrent alors en compte et peuvent (en partie) expliquer les défaillances de cet agir coopératif. Malheureusement, la collaboration n'est pas innée pour l'Homme et n'a pas (ou peu) été encouragée par le passé [5]. Collaborer sous-entend que l'on entretient une relation de dépendance avec autrui pour la réalisation de son propre travail qu'il est souvent difficile d'approuver. Dans un projet collaboratif, particulièrement avec la pratique du BIM, l'inclusion de toutes les parties (sans exception) contribuant au projet est primordiale faute de quoi le projet peut être mis à mal. La collaboration impose donc qu'il n'y ait aucune défaillance de quelque acteur que ce soit. Cette pression, que chacun peut ressentir, est un des facteurs qui contribue au rejet des pratiques collaboratives.

Il existe, particulièrement dans les professions autour de la conception, un narcissisme empêchant bon nombre de professionnels à œuvrer dans la réussite d'un projet. Mêlant force de l'habitude, besoin de reconnaissance et incompréhension de la globalité d'un projet, l'Homme ne peut pas (ou ne veut pas ?) en l'état collaborer et donc entrer dans des pratiques qu'il ne saurait faire aboutir.

Cet exercice, qui demande rigueur et organisation, peut également être vécu comme un outil de contrôle car il fait l'objet d'évaluations et parfois de jugement de la part d'autres membres de l'organisation ou de partenaires.

L'ensemble de ces facteurs nécessite une adaptation de la part de chacun afin d'accueillir la collaboration sans aucune appréhension. Il faut alors apprendre à comprendre (les bénéfices, les enjeux), communiquer (les bonnes informations aux bons interlocuteurs) et enfin collaborer.

1.2.2 L'outil comme dispositif de communication du projet

C'est avant tout autour de l'outil que l'incompréhension du BIM opère, même si la pratique de celui-ci remonte à plusieurs dizaines d'années, et que la majorité des projets sont conçus en s'appuyant sur une maquette 3D. Nous pouvons constater une erreur de sémantique qui n'est pas étrangère à l'amalgame de la définition du BIM. En effet, nous entendons souvent parler d'outils collaboratifs, en quoi ces outils sont-ils collaboratifs ? Ne serait-ce pas plutôt les Hommes qui collaborent ?

Si, durant de nombreuses années (mais n'est-ce pas le cas aujourd'hui encore), « l'outil collaboratif » a pris sa place dans tous les esprits des professionnels du secteur, et déclenché quantité de mésinformations, c'est au bénéfice des éditeurs de logiciels, qui ont perçu l'intérêt commercial de ce développement massif. La « propagande » BIM annonçait que l'outil dit collaboratif était autosuffisant pour faire du BIM. La réalité en est tout autre, comme nous pouvons le constater dans les multiples retours des acteurs qui en sont revenus et qui crient haut et fort que le BIM ne sert à rien et qu'il fait perdre du temps et donc de l'argent. Apprenons à collaborer et pour cela, nous aurons besoin des outils.

L'outil est en effet indispensable à la pratique du BIM, c'est à travers le modèle, comme nous l'avons vu auparavant que les informations transitent. L'outil, quel qu'il soit, sous la condition d'interopérabilité, doit être au cœur du processus puisque l'ensemble des corps de métiers est mis en relation autour du modèle 3D informé. Cette maquette numérique va être un moyen de collaborer sur le projet, un support de synthèse, de présentation et de communication. L'Homme va produire, réceptionner, comprendre l'information par le biais de la maquette qui, elle, est créée par l'outil. Là encore, il faut, pour que le modèle soit réalisé correctement, choisir et comprendre l'outil, qui doit être adapté à la pratique de sa propre

organisation. Les éditeurs de logiciels ont encore une fois failli à leurs devoirs de conseils en proposant avec l'achat (ou la location pour certains) du logiciel, une formation de base, commune à l'ensemble des acteurs et certainement pas en adéquation avec leurs propres besoins.

La gestion de projet évolue vers un modèle international, il n'est pas rare aujourd'hui de voir, au sein de l'équipe de projet, des acteurs géographiquement éloignés puisque le BIM le permet. Pour cela, il est indispensable de pouvoir centraliser les informations au sein d'un même lieu virtuel, la collaboration est permise grâce à des espaces de travail numériques, communément appelés plateformes. Celles-ci permettent de gérer et suivre le projet à distance et de manière asynchrone, à la condition de respecter les règles préétablies à la genèse du projet. Ce marché est devenu, tout comme les solutions logicielles, une foire à celui qui proposera la solution la plus attractive.

Deux composantes fondamentales nourrissent le processus BIM : les solutions logicielles adaptées à la pratique de l'organisation qui l'utilise et compatibles avec les normes d'échanges internationales et un espace de travail virtuel permettant à l'ensemble des participants d'interagir dans le projet. Le travail collaboratif étant le cœur même de ce processus, il est alors impératif de connaître et comprendre chacun des acteurs que l'on côtoie durant le projet.

II. Les parties prenantes au cœur du processus

II.1 Le rôle des acteurs dans la chaîne de production du projet

Un projet est défini, selon l'AFITEP-AFNOR, comme « *une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement une réalité à venir et implique un objectif à atteindre avec des ressources données.* »

Chacune des parties prenantes du projet doit, de manière naturelle, avoir une bonne compréhension de son corps de métier, autant les qualifications que les responsabilités, mais aussi des autres métiers de la « chaîne de valeur ». Avec l'arrivée du BIM, nous constatons que ce n'est pas forcément le cas, alors que ces prérequis sont indispensables à la pratique collaborative. En effet, le processus associe l'ensemble des acteurs du bâtiment, sans quoi, celui-ci est rompu et la chaîne, sans un maillon manquant n'est pas complète, elle ne peut donc répondre à l'objectif de manière optimal. Dans la grande majorité des cas, l'interface entre les acteurs n'est pas fluide, ils ne communiquent pas, ne connaissent pas les tâches des acteurs en amont ou en aval, internes ou externes.

Nous discernons 5 types d'acteurs qui interviennent dans un processus de projet : La maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre, les entreprises, le contrôleur technique et le gestionnaire de l'ouvrage. Dans un processus dit « traditionnel » (par opposition au processus BIM), chacun des acteurs du projet évolue selon une temporalité qui lui est propre, et qui est définie.

Le maître d'ouvrage, à l'initiative du projet, définit les règles, le programme, parfois les acteurs. Sa demande est dans la grande majorité des cas remplie par l'architecte qui devient alors l'interlocuteur privilégié. C'est par ce dernier que transite l'ensemble des informations ; il doit être en mesure de comprendre et transcrire le programme spatialement tout en répondant à des contraintes techniques et économiques. A ce stade, des informations circulent entre le maître d'ouvrage et l'architecte. C'est alors aux bureaux d'études de compléter le projet avec l'ensemble des informations, qu'elles soient structurelles, thermiques, économiques... Elles sont saisies par chacun des acteurs techniques, il y a alors souvent ressaisi d'informations. La

communication qui s'établit entre chacun des BE et l'architecte n'est pas optimale car elle passe par un ensemble de réseaux différents, souvent difficile à tracer.



Figure 1 - Schématisation du processus d'un projet de construction, source : <https://www.explore.fr/nos-solutions/construction>

Lors de la phase de travaux, les ouvriers dépendent des plans (papiers) transmis par l'ensemble des acteurs de la conception, de leur mise à jour. C'est à ce moment-là que le processus traditionnelle montre les failles les plus dommageables pour le projet car, outre la perte de temps, il s'agit en plus de pertes économiques par les défauts et obligations de réaliser les modifications directement sur chantier.

La livraison du projet est alors le début de la phase que l'on dit la plus longue du cycle de vie de la construction. On estime alors à 75% du coût de l'ouvrage, l'exploitation et la maintenance assumée par le propriétaire. Cette phase est la plus coûteuse car elle demande l'entretien, les travaux de rénovation mais aussi la mise aux normes du bâtiment. Sans gestion optimisée, l'exploitation de ce dernier va alors devenir une charge importante, tant en termes de temps que de coût, qui ne peut que croître avec les enjeux sociétaux actuels et à venir prescrivant une réduction de l'empreinte carbone, donc écologique dans les années à venir.

II.2 La nécessaire évolution des rôles avec l'arrivée du BIM

II.2.1 L'évolution des organisations

Le projet, mené dans un processus BIM présente une nouvelle expérience associant alors les acteurs de la maîtrise d'œuvre pour créer une entité dédiée à la conception du projet. Il s'opère alors un changement de temporalité, optimisant le temps de production de l'ensemble des phases pré-exécution. Il est possible ainsi de réaliser simultanément la visualisation du projet et un ensemble de simulations (thermique, économique, acoustique...) permettant d'améliorer sensiblement la conception de l'ouvrage et de se conformer aux prescriptions du maître d'ouvrage. Comme l'explique Serge K. Levan « *le BIM permet d'appréhender, tester, vérifier, mesurer, évaluer toutes les caractéristiques de « l'objet-conçu-pour-être-construit »* »⁶

Ce transfert d'effort en amont du projet demande aux acteurs de s'adapter à des pratiques qui ne sont pas la coutume dans le secteur, or celles-ci se révèlent particulièrement efficaces dès lors que l'on a compris et assimilé les pratiques.

⁶ Extrait du livre Management et collaboration BIM, p72, Serge K. Levan, édition Eyrolles

Les entreprises, elles aussi, doivent s'adapter à ces nouvelles pratiques, car elles modifient grandement leurs habitudes de travail, mais elles répondent également à de nombreuses défaillances, d'usage dans la phase de chantier, en mettant à disposition des documents à jour et en facilitant la compréhension spatiale de l'ouvrage.

La spécification du travail en BIM est la plupart du temps du fait du maître d'ouvrage, c'est donc à ce moment-là que le processus débute et que les adaptations liées à la pratique BIM doivent être faites. Il faut alors définir, au sein de l'équipe de projet, le rôle et les responsabilités de chacun mais aussi les liens et interfaces nécessaires à la bonne conduite et réussite du projet.

L'architecte a un rôle primordial car il est à la genèse de la maquette numérique. Alors qu'auparavant son rôle se limitait surtout à donner une forme au programme et à veiller à la bonne réalisation de son « art », il a aujourd'hui le rôle majeur de la bonne exécution du modèle numérique qui va servir de trame à l'ensemble des acteurs qui interviennent à sa suite. L'architecte et l'ensemble des acteurs œuvrant à la conception de l'ouvrage construisent ensemble la maquette numérique, ce qui suppose d'accepter de dépendre de l'autre afin de collaborer de façon efficiente.

Le BIM modifie également l'organisation des bureaux d'études. Terminé les ressaisies d'informations dans leur globalité ; avec le processus BIM, il est question de dessiner uniquement les éléments qui leur sont propres pour éviter les doublons lors de la fédération des différents modèles.

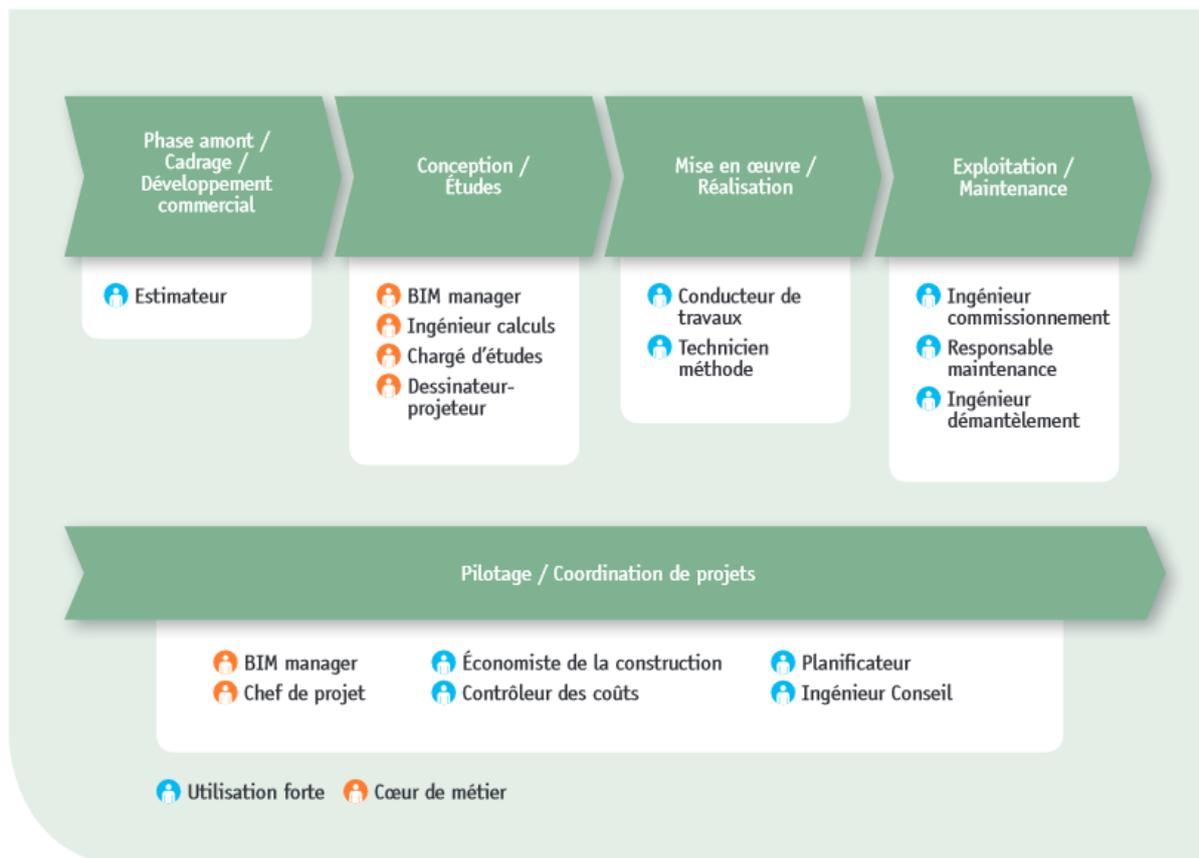


Figure 2 - Principaux métiers concernés par le BIM selon les différentes phases d'un projet de construction, source Opiiec, Etude sur l'évolution de l'ingénierie française de la construction liée au BIM, juillet 2016

Le BIM modifie fondamentalement le rôle et les pratiques des acteurs du BTP. Si certains doivent adapter leur pratique à la mise en place du BIM, d'autres métiers voient leur rôle changer de manière plus importante. C'est le cas par exemple de l'économiste de la construction, qui ne peut plus compter sur les acquis en matière de connaissances des ouvrages et de l'économie du projet. Il doit en effet aujourd'hui acquérir de sérieuses bases de modélisation et être capable de travailler avec la maquette numérique.

II.2.2 Nouveaux rôles, nouveaux métiers

II.2.2.a Emergence d'une demande plus spécifique

Une étude sur le BIM et les tendances métiers dans le bâtiment a été réalisée par le département Etudes et Recherches de l'Apec [24]. Dans le cadre du projet Défi&Co⁷, qui a pour objectif de développer l'expertise future pour l'industrie et la construction, il est prévu la production d'une revue des tendances chaque année pendant les 5 ans du projet. Celle qui nous concerne plus particulièrement est celle de 2017 sur le BIM. L'impact de ce processus sur les compétences et métiers étant particulièrement élevé, il était nécessaire de faire un point sur l'évolution des fonctions et métiers dans le secteur du BTP. Les cibles sont présentées dans l'étude de l'APEC comme suit : « Ont ainsi été extraites les offres publiées par l'Apec en 2015 et en 2016 comprenant les mots-clés « BIM » ou « Building information modeling » ou « maquette numérique » ou « modélisation 3D » (associés au mot-clef bâtiment pour les deux dernières expressions) ».

Le BIM est depuis les années 2014-2015 en plein essor, les compétences spécialisées qui sont liés à sa pratique sont depuis une denrée prisée par les entreprises. En effet, les offres d'emploi en recherche de profils compétents en BIM ont plus que doublé entre 2015 et 2016, passant de 295 en 2015 à 701 en 2016.

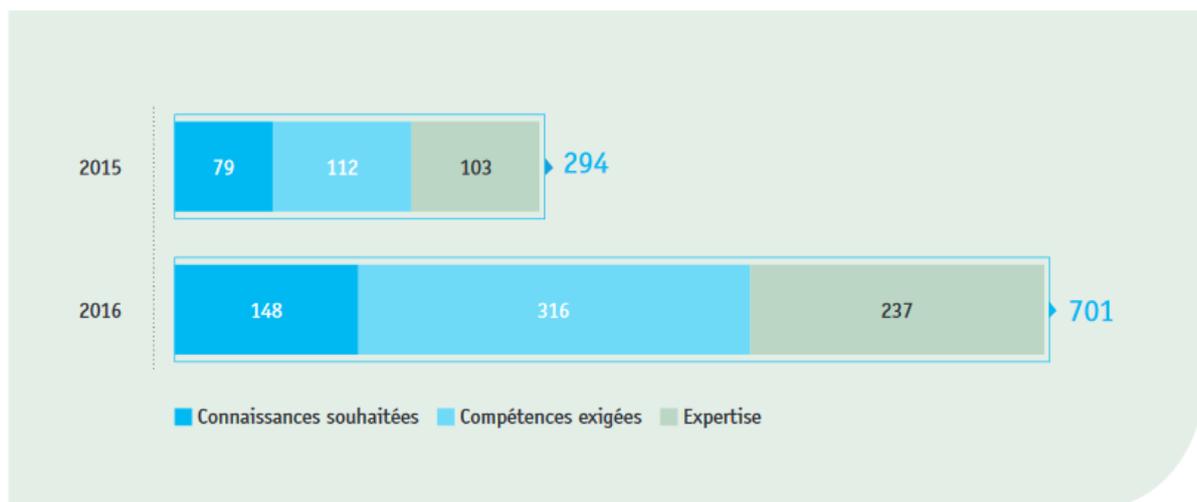


Figure 3 - Nombre d'offres demandant des compétences en BIM publiées par l'APEC en 2015 et 2016

⁷ Le projet DEFI&Co ambitionne de développer pendant 5 années, à partir de travaux de recherche, des formations innovantes et qualifiantes de niveaux 3 à 1 dans le but de qualifier plus de 10 000 étudiants, apprentis ou stagiaires de la formation continue, avec une attention toute particulière à l'intégration des femmes aux emplois de demain. Définition issue du site : <https://www.cesi.fr/presse/les-communiques-de-presse-le-cesi-anime-un-consortium-defi-co-pour-former-aux-metiers-de-demain-dans-l-industrie-et-dans-le-btp/>

3 niveaux de compétences sont distingués dans l'étude. Le premier, spécifiant des connaissances du BIM et de ses outils représentent 23% des offres. « *Des compétences en BIM seraient appréciées* » ou « *la connaissance du BIM est un plus* » représentent un souhait de profils aguerris au BIM mais qui ne constitue pas une exigence. Le deuxième niveau exige une maîtrise du BIM et de ses outils, il s'agit alors d'un impératif pour pourvoir aux postes proposés. Représentant 43% des offres, il est plus fréquent de trouver des postes de dessinateur-projeteur (plus communément appelé projeteur BIM ou modélisateur BIM) et les compétences attendues sont tournées vers une pratique expérimentée des outils BIM, tout particulièrement de Revit, il est alors fréquent de lire dans une annonce « *vous devez maîtriser Revit/le BIM* », mais il est également souvent attendu une connaissance du processus BIM. Le dernier niveau, qui exige l'excellence, porte sur une expertise BIM et représente tout de même 34% des offres. Les profils doivent ici être capables de déployer le BIM au sein de la structure mais aussi de suivre et accompagner les projets BIM dans leur ensemble, ajouté à cela des compétences relationnelles. Nous retrouvons particulièrement ces spécifications dans les annonces de chef de projet BIM.

De nombreuses organisations, ont souhaité intégrer le processus dans leur méthodes de travail, le recrutement de profils compétents est donc l'opportunité de défier les défaillances de formations encore trop peu présentes dans les premières années de la propagation de ce « nouveau paradis dont on ne cesse de parler ». La tendance BIM ayant encore évolué vers une implémentation plus étendue, les chiffres des années postérieures à 2017 devraient être encore plus significatifs.

L'étude met en avant les métiers les plus concernés par le BIM, ceux-ci sont représentés par la conception et le pilotage, néanmoins de nouvelles fonctions sont émergentes, notamment le poste de BIM manager.

II.2.2.b Vous avez dit BIM manager ?

Ce « nouveau métier », que l'on peut voir émerger dans l'étude de l'APEC, revêt une définition souvent complexe car les missions qui lui sont confiés peuvent être de natures très variées. Deux profils bien spécifiques sont présents parmi les offres, si le premier est présenté comme le garant de la validité technique de la maquette, le second englobe plutôt la structuration et la gestion du processus BIM.

Le BIM manager en tant que coordinateur, dont les tâches s'organisent autour de la modélisation et structuration du modèle numérique, retrouve le « M = Modeling », il est donc l'élément nécessaire au bon déroulement du processus en devenant le gestionnaire de la partie base de données. En complémentarité, le BIM manager définit comme chef de projet est davantage attendu sur des compétences de management et son rôle sera d'organiser et d'accompagner les équipes dans le processus BIM. Garant de l'ensemble du processus, ce rôle est défini par le « M=Management », des aptitudes sociales, mais aussi pédagogiques et de veilles sont alors indispensables à la pratique du BIM à ce niveau d'expertise.

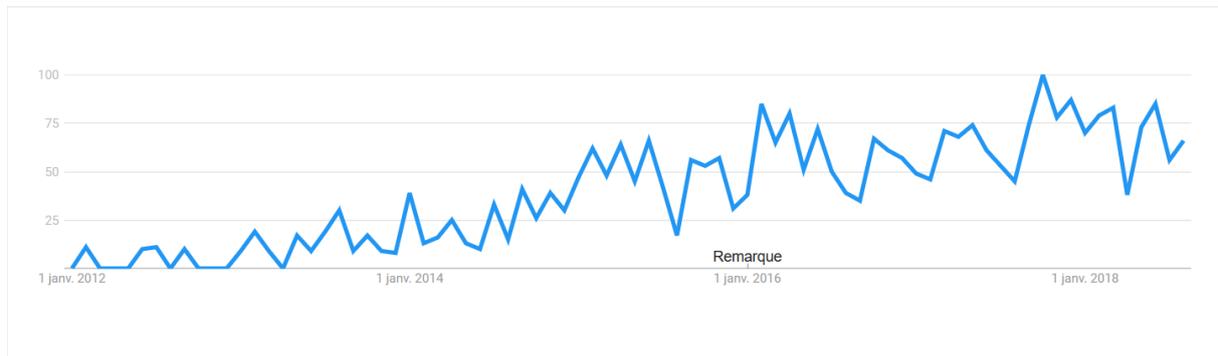


Figure 4 - Evolution de l'intérêt du terme BIM manager entre janvier 2012 et janvier 2018, source Google Trends

Ce nouveau « métier » qui a été rapidement l'eldorado du BIM comme nous le montre le graphique de Google Trends constitue aujourd'hui un abus de langage, un rôle fourretout pour lequel les offres d'emploi abondent mais qui ne s'unissent pas pour décrire un ensemble de fonctions propre à un rôle bien défini. Le BIM manager ou le Manager du processus BIM comme il serait plus juste de l'appeler, est un rôle riche et complexe pour lequel une expérience longue et pluridisciplinaire est primordiale à la pratique, il occupe une position transverse à l'ensemble des équipes intervenant dans le processus de projet BIM et constitue alors un rôle de fédérateur, de chef d'orchestre du BIM.

Il ne fait aucun doute que les acteurs du secteur doivent élargir leur vision du métier et comprendre le rôle des autres participants au processus pour la bonne marche du projet, il s'agit maintenant d'analyser la réalité de l'implémentation du BIM et de comprendre les facteurs de réussite ou d'échec de la transition numérique dans les organisations.

III.L'implémentation du BIM

III.1 De l'euphorie aux heures sombres

Le processus traditionnel montre des failles que le secteur tente de corriger, une perte importante d'informations entre les différentes phases et au passage d'un acteur à l'autre ; en cause ? Principalement, les outils et formats différents ainsi que les ressaisies d'informations. La mauvaise communication entre les acteurs et les soucis de mise à jour des projets occasionnent de nombreux défauts sur chantier et par extension des retards et un dépassement de budget, quand ce ne sont pas des conflits juridiques qui en découlent.

Si la construction est un secteur qui n'en est qu'au début de sa maturité comme le présente la courbe de la figure 5, les objectifs du BIM ne manquent alors pas de séduire, réduction des coûts, des délais et des défauts sur chantiers tout en garantissant au maître d'ouvrage une amélioration de la gestion de son bâtiment. Nombreux sont ceux qui ont alors voulu croire en une méthode qui permet de faire gagner leur entreprise en compétitivité.

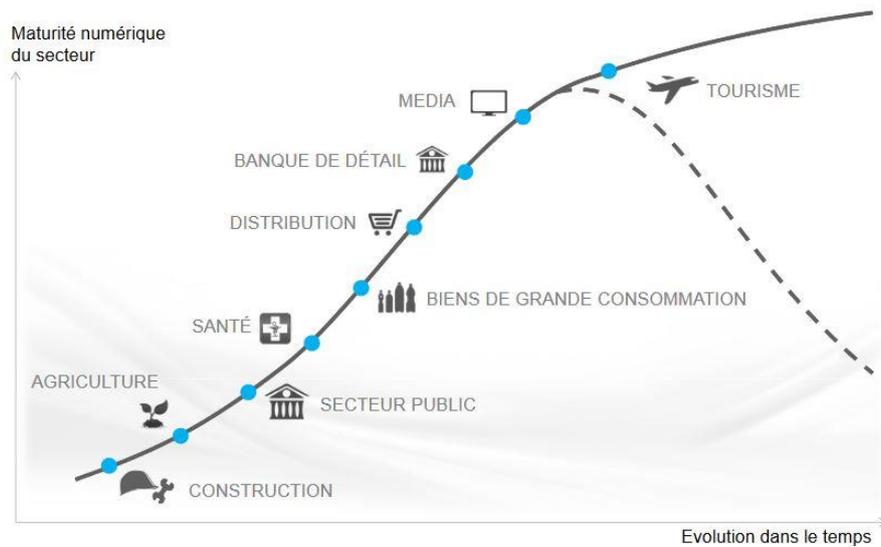


Figure 5 - Maturité des secteurs dans la transformation numérique, source : Accélérer la mutation

Le BIM a connu son heure de gloire, ces trois lettres étaient présentes dans l'esprit d'un grand nombre de professionnels, majoritairement issus de la conception, et nombreux sont ceux ayant souhaité rapidement effectuer leur transition. Le moment de la « révolution » comme s'appliquait à le clamer tout acteur souhaitant suivre la tendance sans réfléchir à tous les tenants et les aboutissants. Les acteurs y ont vu l'opportunité de sortir de la crise, de réaliser les projet plus vite, tout en faisant des bénéfices au passage ; les éditeurs de logiciels y ont vu un avantage de se développer en vendant des solutions « miracles » et surtout indispensables, qui bien entendu allait permettre de concevoir, construire et vendre son projet de manière plus efficace.

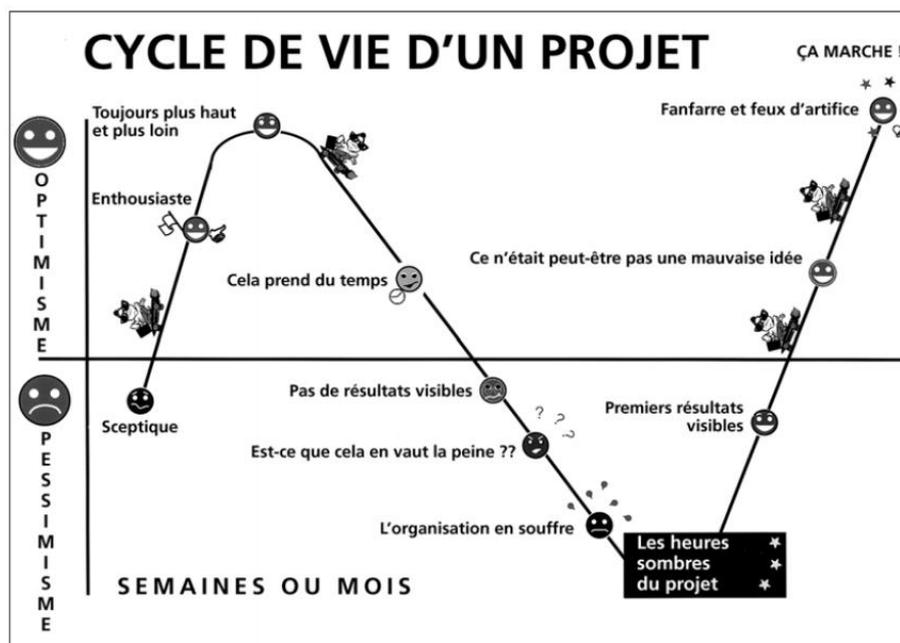


Figure 6 - Illustration de la courbe de Gartner. Source: Els van Mourik et Danny Hearty, knowing me knowing you: an intercultural training resource pack, Léargas, 1999

L'illusion n'aura pas duré, le BIM suit la courbe de Gartner et atteint le pic des attentes démesurées pour très vite tomber dans le gouffre des désillusions. Les acteurs du secteur qui

se sont rapidement engagés dans la transition vers le BIM en suivant la tendance sans prendre la température au préalable se retrouve avec des soucis de rentabilité directe, et par découragement, abandonne.

Même si l'implémentation du BIM reste encore très faible, celle-ci est en forte croissance, dû principalement aux décideurs qui ont maintenant compris les intérêts de la maquette numérique. Le baromètre du PTNB⁸ [33] faisant paraître les résultats de leur troisième enquête se veut encourageant. Celui-ci, fondé sur les réponses de 1360 participants, fait état, entre mars 2017 et mars 2018, d'une augmentation de 15% de professionnels ayant une bonne connaissance de la maquette numérique ainsi qu'une progression de 16% d'organisations ayant eu recours aux outils numériques et/ou utilisé la démarche BIM dans au moins un projet, passant de 35 à 51%. En regardant ces chiffres, il y aurait donc une majorité de pratiquants BIM, ce qui me semble tout de même à ne pas crier sur les toits, il suffit en effet de parler du BIM pour comprendre que nous en sommes encore loin.

Le souci réside principalement dans le fait que l'ensemble de la chaîne du BTP n'est pas impliqué dans le processus. En effet, plusieurs paramètres entrent en compte. D'abord, la mise en place du BIM dans l'organisation impose un investissement important tant en termes de coût que de temps, cela induit un impact négatif sur la diversité du secteur car les entreprises de taille moyenne et importantes sont favorisées et peuvent donc dominer le secteur. Ensuite, les acteurs qui tendent vers la transition numérique sont scindés, il y aura d'une part les acteurs de la conception mais aussi de l'exploitation maintenance qui comprennent les enjeux et y voient des intérêts personnels, s'engageant alors plus facilement dans la mise en place du BIM. A contrario, les acteurs de la construction (entreprise de travaux), sauf exception n'ont pas de vision longue sur le marché et sont alors réticents à s'engager dans la numérisation de leur profession. Enfin, les maîtres d'ouvrage ont un poids particulièrement important dans la transition vers le BIM, sans imposition de leur part, peu d'acteurs « bimisent » leur projet. En effet, sans obligation ou impulsion forte de la part du gouvernement, seul le commanditaire du projet a le pouvoir d'imposer un processus BIM, encore faut-il qu'il sache ce qu'est le BIM et quels sont réellement ses intérêts.

III.2 Les nombreux avantages du BIM

Les avantages liés à la pratique du BIM sont nombreux. En effet, si l'implémentation du BIM est pesante pour les organisations, il est pour le moins rentable, à condition de mettre les formes et de s'organiser pour que la période d'apprentissage et de transition se passe bien et soit la plus rapide possible. Nous pouvons définir les gains du BIM selon trois termes issus de l'industrie mais qui permettent aux organisations de rester compétitives : qualité/coût/délai. Il faut alors évoquer l'optimisation de la conception et construction du projet, mais aussi une meilleure communication entre l'ensemble des acteurs œuvrant autour de celui-ci sans oublier la très bonne connaissance du ou des ouvrages grâce à l'avatar que constitue la maquette numérique et ce, pour l'ensemble du cycle de vie.

Nous évoquerons tout d'abord la maquette numérique, véritable jumeau virtuel de la future réalité. Le modèle 3D, fondement du processus BIM, va permettre de faciliter le processus de conception du projet, tout comme sa construction. Cette maquette numérique qui constitue la base de données, est réalisée dès le début de la conception, parfois même lors de la

⁸ <http://www.batiment-numerique.fr/uploads/DOC/Barom%C3%A8tre/PTNB%20-%20Barometre%203%20-%20Rapport%20detaille.pdf>

programmation, et va être modifiée et enrichie tout au long des phases qui mènent le projet vers sa finalisation. De fait, elle va être la base du travail de chacun des acteurs, minimisant les ressaisies, permettant l'optimisation de la conception de l'ouvrage. Ce modèle 3D, grâce aux informations qui y sont combinées, peut être la source de diverses simulations permettant de vérifier et/ou d'optimiser la conception de manière à répondre aux demandes initiales. Des gains économiques peuvent être avérés, notamment grâce à un calcul des coûts au fur et à mesure de l'avancement du projet mais aussi l'évaluation des alternatives afin de ne pas dépasser le budget prévu, voire de le réduire.

De plus, ce modèle généré va être la base de discussion de l'ensemble des acteurs qui vont avoir la capacité de résoudre les conflits en amont de la construction. Les différentes maquettes numériques confrontées les unes avec les autres, seront les outils privilégiés de la synthèse, étape indispensable pour mettre en lumière les erreurs visibles par la fédération de plusieurs modèles 3D et ainsi éviter les reprises sur chantier. Une communication améliorée est un des avantages que l'ensemble des pratiquants du BIM ne manque pas de mettre en avant. Qu'il soit question de mieux comprendre la géométrie, ou bien de mener une réflexion sur un point précis du projet, ou encore de présenter le projet au maître d'ouvrage, à des élus, aux usagers, le modèle 3D va apporter une meilleure compréhension du projet.

La construction de l'ouvrage, grandement facilitée, donne la possibilité de suivre de manière plus fluide et précise chacune des étapes du chantier, pour chaque corps de métier. Il est alors possible d'ajuster les tâches afin de les faire coïncider au plus proche du calendrier prévu, de prévoir la gestion des ressources de manière plus précise, et ainsi de minimiser les coûts liés à l'approvisionnement. Les erreurs de conception ou chantier, pourtant minimes puisque l'ensemble des documents auxquels les ouvriers ont accès sont à jours, peuvent être reprise plus rapidement, la capacité d'action est améliorée car la maquette numérique peut être corrélée à la réalité construite.

Le début de la vie du bâtiment, une fois celui-ci livré, marque le commencement des 75% du cycle de vie de ce dernier. C'est alors durant cette période que le bénéfice du BIM est le plus marquant. En effet, la maquette va continuer à évoluer au fil des aménagements et travaux de l'ouvrage, elle va permettre de gérer ces modifications de manière optimale puisque toutes les informations seront présentes.

III.3 Les freins du BIM

Le BIM peine à se généraliser à l'ensemble du secteur. Si certaines branches de ce dernier expérimentent ou tentent d'implémenter cette méthode à leurs pratiques professionnelles, nombreux sont les autres à regarder ce processus de loin en rejetant absolument l'idée de travailler avec le BIM. Les freins évoqués sont alors nombreux, la plupart étant liés à la jeunesse de son utilisation et à l'intérêt contesté de la part des petites entreprises. Si le coût d'implémentation est souvent évoqué, dû à l'achat de nouveaux équipements et logiciels informatiques, ces derniers sont reconnus comme étant encore instables, principalement face à l'interopérabilité. Selon moi, deux facteurs majeurs contribuent à freiner la progression du BIM, nous allons donc tenter de les comprendre afin d'ouvrir la voie vers des actions de corrections.

III.3.1 La résistance au changement

Lorsque l'on parle du BIM et de son implémentation à l'ensemble des acteurs du BTP, la grande majorité refuse l'idée de s'y mettre. Principale cause ? La peur de l'inconnu, de la

difficulté, du temps de mise en place et du retour sur investissement, ou plus précisément, si l'on synthétise des évocations diverses, de la résistance au changement. Ne connaissant pas et ne comprenant pas tous les tenants et les aboutissants, quel serait l'intérêt d'implémenter le BIM dans leur structure ?

Intégrer le BIM exige que les professionnels impliqués s'adaptent aux nouvelles technologies et aux nouvelles méthodes de travail. Pour certains, il est compliqué de toucher aux compétences acquises jusque-là pour en assimiler des nouvelles. Cela demande des efforts supplémentaires que tout le monde n'est pas prêt à faire, mais aussi de sortir de sa zone de confort pour aller voir plus loin, au-delà de l'horizon, là où l'avenir est incertain. Nous retrouvons particulièrement deux types de profils faisant front aux changements. La première, représentée par ceux qui sont en poste depuis longtemps, sont les plus âgés de la profession et ne veulent plus changer quoi que ce soit, ancrés dans leurs savoirs et savoir-faire. Il est en effet compliqué, voire impossible pour eux de changer leurs acquis, de modifier leurs connaissances car cela touche à leurs aptitudes, à leur potentiel d'évolution. L'autre catégorie particulièrement marquée par la résistance au changement correspond à ceux dont les compétences ne peuvent pas être développées. Il y a en effet certaines personnes qui ont pu acquérir leurs compétences par le travail et l'expérience mais n'ont pas la capacité de les faire évoluer, en dehors de ceux dont il n'y a pas de volonté de changer.

III.3.2 Le manque d'information et de formation

Le BIM est vu comme une révolution, il a été amené comme une innovation majeure dans le bâtiment et tout le monde a voulu s'en emparer. Mais la désinformation faisant, les organisations s'y étant jeté tête baissée, y ont laissé des heures, de l'argent, parfois même des équipiers. Autodesk et l'ensemble des éditeurs ayant vu leur avenir commercial fleurir avec l'arrivée du BIM ont malheureusement contribué à la massification d'une information aussi abondante qu'inutile. Il n'y a qu'à regarder de plus près les formations qui sont majoritairement proposées sur le territoire français. A première vue, il s'agit d'une information graduelle, basée sur les besoins réels des entreprises. Maintenant, passons derrière le rideau, nous retrouvons alors Autodesk et d'autres éditeurs, mais aussi Le Moniteur, le CSTB et encore bien d'autres. Les majors comme ils sont communément présentés ; il ne faudrait pas perdre le monopole de leurs actions et voir leur notoriété pâtir d'une absence de leur aura sur le grand phénomène qu'est le BIM.

Mais alors, comment peut-on s'informer ou se former ? Comment connaître les bases et même comprendre réellement ce qu'est le BIM sans engraisser les finances des grands patrons ?

A l'heure où les premiers retours d'expériences sont présentés, nous commençons à bien comprendre les vrais intérêts et enjeux, les avantages et les inconvénients mais surtout les fausses « bonnes informations ». Les nouveaux travailleurs, ceux qui ont franchi la porte immatérielle du numérique, et même ceux qui s'en approchent ne font plus parti des candides et se « groupent » pour comprendre ensemble de quoi il s'agit, comment il faut agir et quelles sont les impasses. Et c'est en cela que l'avancée est immense. Les acteurs se sont réunis, pour comprendre, apprendre et agir dans la même direction, ensemble, de manière collaborative. N'est-ce pas cela le BIM ? Une démarche collaborative...

Le monde de la construction sonde les tenants et les aboutissants de cette transition qui se veut majeure dans le secteur. L'information a été affinée et est aujourd'hui transmise, par le biais des réseaux sociaux professionnels mais aussi des réseaux privés professionnels (les

collègues, les collaborateurs), par la littérature professionnelle, par des actions de communication. Tout est mis en place aujourd'hui pour préparer sa transition dans les meilleures conditions possibles, à condition d'aller vers une information en faveur de l'utilisateur et non de son accompagnant. Quelles sont alors les meilleures conditions pour faire évoluer l'implémentation de ce processus dans l'ensemble, ou du moins la majorité des organisations du secteur ?

Nous pouvons pour cela retourner à la source, à ces instants où les futurs travailleurs du BTP découvrent, s'informent et se forment. C'est en effet lorsque chacun va évoluer dans une filière par choix que le positionnement du BIM sera le plus percutant. Il n'est alors plus question d'une décision à prendre mais plutôt d'une certitude, une méthode de travail sans laquelle il est insensé d'exécuter ses tâches. Si la formation au BIM est une évidence dans le secteur de la construction, elle n'est pas pour autant une réalité. Certaines grandes écoles remettent en question les programmes de formation avec l'objectif de préparer à la construction nouvelle génération ; certains y sont arrivés avec brio, d'autres sont en transition. Il reste maintenant à capitaliser tous les efforts sur une portion d'apprenants allant du post collège au pré-universitaire, car malgré quelques initiatives isolées, le terrain reste pour le moment en grande partie vierge de toute implémentation du BIM au niveau de la formation initiale comme je vous le présenterai dans la suite.



Comprendre le BIM: poser les bases d'une définition et avoir un langage commun



Elargir l'horizon des acteurs du BTP pour avoir une vision globale du processus



Il faut comprendre les savoirs et compétences nécessaires à la pratique du BIM.



Le BIM doit être vu comme une série d'optimisation dans la méthode de travail et dans les échanges entre les acteurs



Chapitre 2 : L'enseignement du BIM

Le monde académique est depuis quelques années en mutation avec l'avènement de bon nombre d'expérimentations pédagogiques permettant de tirer des enseignements afin de construire une nouvelle école, plus proche des besoins réels de la société économique. Le monde du BTP, avec l'arrivée du BIM, doit aujourd'hui faire évoluer ses pratiques et donc les compétences de ses actants. Il faut proposer un enseignement plus pratique et spécialisé afin de créer des profils en adéquation avec l'économie d'aujourd'hui mais surtout de demain.

I. L'innovation pédagogique ou les nouvelles façons d'apprendre

I.1 L'enseignement aujourd'hui

I.1.1 Comment apprend-on

Chacun de nous est porté par la nécessité d'apprendre, à marcher, à parler, à lire, mais aussi à devenir un citoyen. C'est d'ailleurs là un des grands préceptes de l'école. Nous apprenons, depuis l'école primaire nombre de notions qui nous semblent abstraites, éloignées les unes des autres, puisque nous n'y trouvons pas d'intérêt, ni d'application précise à l'instant T. Mais l'école est le complément indispensable de notre vie quotidienne pour devenir un bon citoyen capable de vivre au milieu des autres, ces milliers d'individus que nous sommes amené à côtoyer, avec qui nous vivons, nous travaillons, nous communiquons. Nous évoluons dans le temps, dans le monde et au travers de nos expériences, nous comprenons les notions apprises antérieurement, nous les appliquons.

Comenius⁹, pédagogue Tchèque du 17^{ème} siècle faisait état de questionnements qui me semble être une très bonne approche pédagogique : « *Comment enseigner et apprendre de telle sorte qu'il soit impossible de ne pas réussir ?* ». Il développe alors les conditions de cette réussite : « *L'organisation de l'école et des connaissances, la discipline, la formation des maîtres, le rôle du matériel et des livres, tout doit être réfléchi et réformé* ». [7]

Depuis plusieurs siècles la pédagogie est un sujet de recherche particulièrement prisé et nombreux sont ceux à vouloir comprendre comment l'enfant, mais aussi l'individu apprend. Mon objectif n'est pas de retracer l'histoire de la pédagogie en énonçant les théoriciens, pédagogues, psychologues et autres ayant contribué aux multiples publications. Il est ici question de comprendre le processus par lequel l'individu s'investi du savoir, comment s'effectue la transmission d'un garant de la connaissance vers le récepteur de ce même savoir et comment ce dernier va être utilisé et stocké. Je ne parlerai ici de pédagogie que pour comprendre et analyser les façons d'apprendre qui peuvent être transcrites dans un apprentissage propre à l'enseignement du BTP.

Il est alors indispensable pour débiter cette partie de définir les notions qui traversent souvent le simple cadre de la pédagogie car il touche l'humain.

Education et formation : les deux termes représentent la construction de l'être et son appropriation de savoirs et de comportements, si l'un représente la transmission par un pair, l'autre peut désigner un processus qui n'implique que l'individu lui-même.

⁹ Comenius (1592-1670) est un philosophe, grammairien et pédagogue Tchèque, souvent perçu comme le père de l'éducation moderne qui a consacré sa vie entière au perfectionnement des méthodes d'apprentissage.

Enseignement et apprentissage : nous parlons ici des acteurs de l'éducation, il y a en effet d'une part l'enseignant, et d'autre part l'apprenant. Il y a eu, dans l'histoire de la pédagogie, une prise de conscience ; il ne s'agit plus simplement de réfléchir à comment l'enseignant doit transmettre mais de savoir comment le savoir est perçu par l'apprenant pour adapter les méthodes pédagogiques. Il faut alors optimiser les apprentissages pour que les savoirs puissent être assimilés.

Didactique et pédagogie : il est essentiel alors de comprendre comment sont acquis/transmis les connaissances. La didactique va alors se placer au niveau des savoirs, des contenus de formation ainsi que sur la relation de l'apprenant avec ces derniers. La pédagogie, elle, va s'intéresser aux relations entre l'enseignant (ou formateur) et l'apprenant.

Pour apporter un élément de réponse à la question de comment nous apprenons, je présenterai les trois théories qui me semblent les plus propices à cette réflexion. La première concerne le triangle pédagogique, proposé par Jean Houssaye¹⁰, professeur en science de l'éducation. Selon lui, il existe trois points sur lesquels sont basés l'acte pédagogique : le savoir, les professeurs et les élèves.

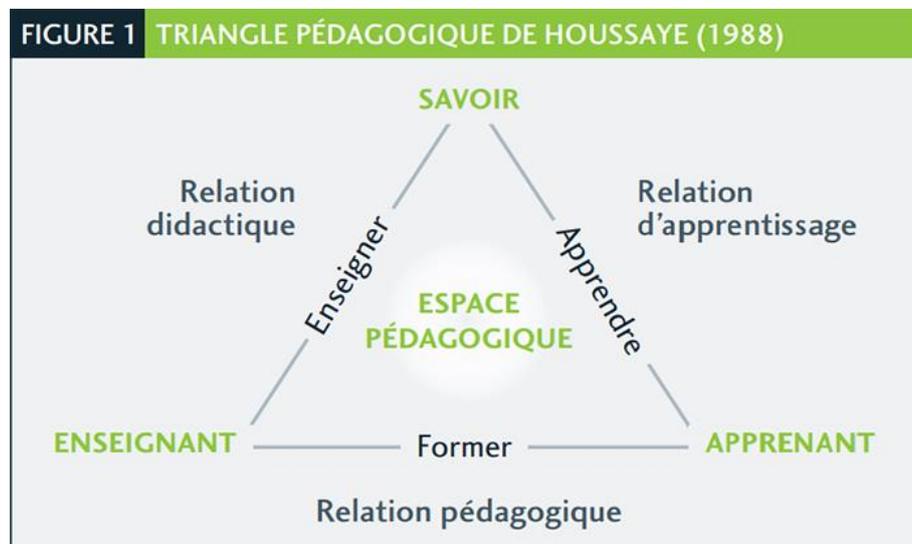


Figure 7 - Le triangle pédagogique résume les relations entre les éléments

Le triangle pédagogique met en avant les interactions qu'il y a entre les composantes ; le rôle de la pédagogie est alors de les maîtriser. Cet équilibre est fragile et doit être pensé et reconstruit en continue, en fonction des objectifs et des moments. Tout le monde n'apprend pas de la même façon, il faut donc penser l'enseignement pour que chacun puisse évoluer au sein d'un ensemble. Il est donc indispensable de comprendre comment nous apprenons avant de savoir comment enseigner.

« Instaurer un équilibre ni stable, ni instable mais 'métastable' entre les trois composantes du triangle pédagogique, l'apprenant, l'enseignant, l'objet à apprendre et à enseigner... »¹¹

¹⁰ Jean Houssaye (1947-) est un professeur en science de l'éducation

¹¹ (D.Hameline, Encyclopaedia, Universalis, Corpus XIII, Paris, 1985, p114)

La deuxième théorie que je retiens est celle de Hermann Ebbinghaus¹², un psychologue allemand avec sa courbe de l'oubli qui met en avant son hypothèse sur la notion de dégénérescence de l'information mémorisée en fonction du temps.

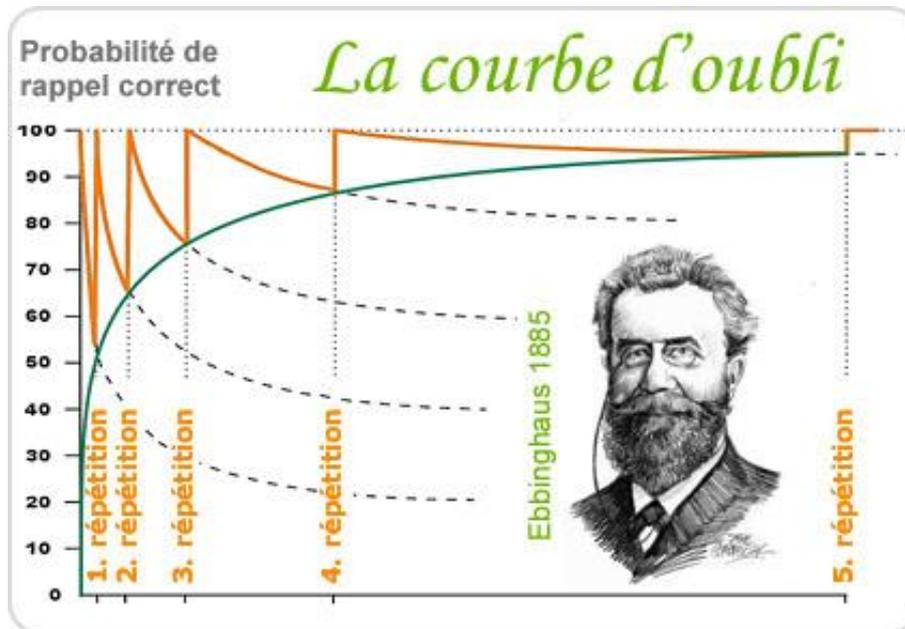


Figure 8 - Courbe de l'oubli selon Hermann Ebbinghaus

Expérimentant la mémorisation de mots dépourvus de sens, puis en testant sa mémoire, il a établi que son apprentissage déclinait au fur et à mesure du temps, jusqu'à oublier 90% des notions apprises au bout de 7 jours. Pour corriger cette défaillance, il détermine des répétitions à fréquences données, de quelques minutes après la première leçon à un mois après.

Enfin, la dernière théorie qui me fait sens est celle d'Edgar Dale¹³, qui amène un regard sur le taux d'apprentissage d'une notion en fonction de son support de présentation. Ainsi, selon la schématisation d'Edgar Dale, notre capacité de mémorisation diffère de manière considérable selon le support que nous utilisons pour nous former.

De ces théories, je retiens les éléments suivants :

- La pédagogie est l'art de maîtriser les relations existant entre l'enseignant, l'apprenant et le savoir, celle-ci doit être adaptée et revue continuellement car les données sont changeantes, chacun évoluant au gré de la société qui nous entoure.
- Il est essentiel de revoir et répéter les notions clé pour éviter l'oubli de celles-ci.
- Pour apprendre efficacement, il est essentiel de diversifier les supports d'apprentissage.

¹² Hermann Ebbinghaus (1850-1909) psychologue et philosophe allemand considéré comme le père de la psychologie expérimentale de l'apprentissage.

¹³ Edgar Dale (1900-1985) professeur et chercheur en éducation américain

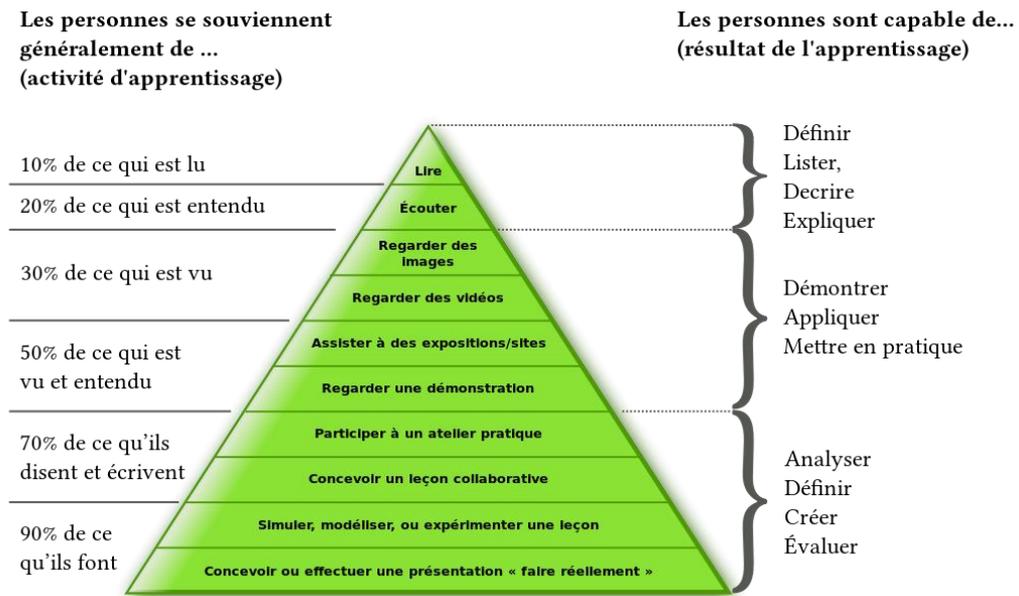


Figure 9 - Cône d'apprentissage d'Edgar Dale

I.1.2 Société en mutation et évolution des besoins

I.1.2.a Un monde en mutation au fil des révolutions industrielles

La société a muté au fil de ses évolutions, dues aux innovations qui ont jalonnées l'histoire. L'Homme a toujours souhaité perfectionner l'industrie, au gré des progrès du monde et à l'apparition de ressources nouvelles qui ont permis de pousser les industries vers une technologie toujours plus perfectionnée. L'économiste Schumpeter a théorisé ces évolutions, affirmant que chaque grand cycle de croissance économique est lié à des innovations, s'accéléralant de plus en plus rapidement.

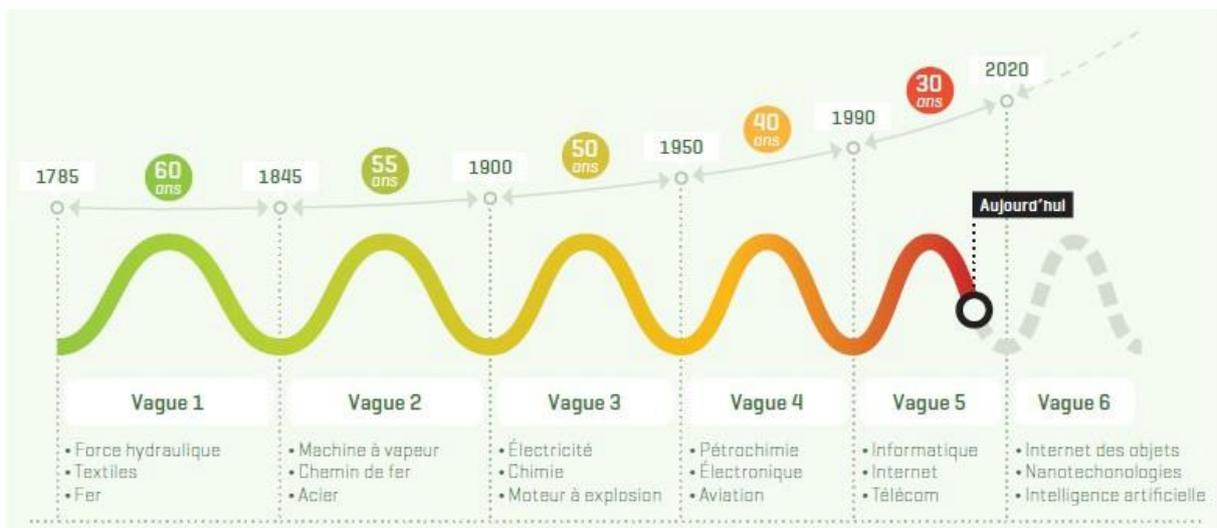


Figure 10 - Cycle de l'innovation de Schumpeter - Source : <https://www.echangeur.fr/lechangeur-collabore-aux-voices-of-cap-gemini-consulting/>

1785 - 1845 : 1^{ère} Révolution industrielle

Cette première révolution est marquée par l'apparition de la première machine à vapeur de James Watt¹⁴, offrant ainsi la première énergie mécanique que l'homme maîtrise. Cette innovation transforme l'industrie et permet le développement du commerce. Les progrès techniques de la sidérurgie permettent d'utiliser le fer comme matériau structurel, apportant au secteur de la construction un nouvel essor.

1845 – 1900 : 2^{ème} Révolution industrielle

Cette période voit la machine à vapeur se perfectionner, l'extraction de charbon se massifier. Ces évolutions ouvrent la voie à une industrialisation plus importante et au développement des voies de chemin de fer, modifiant alors les échanges économiques et humains et laissant apparaître le développement de marchés à distance. L'utilisation de l'acier comme matériau de construction permet d'atteindre de meilleures performances, développant le secteur de la sidérurgie.

1900 – 1950

Le monde voit l'électricité se développer, tout comme l'industrie chimique. L'invention du moteur à explosion, permise par les progrès techniques va marquer cette ère.

1960 – 1990

Les découvertes des possibilités offertes par l'électricité permettent le développement de l'industrie électronique, laissant apparaître les composants et applications. Cette période va bouleverser le monde et marque le début de cet avènement technologique que nous connaissons. L'arrivée de l'informatique mais aussi des télécommunications, qui ouvre notre société sur le monde, va développer les rapports bien au-delà des frontières ; la croissance de l'électronique va alors être exponentielle.

1990 - 2020

Nous voilà arrivé dans notre ère, laissant déjà apparaître la suivante. Le numérique est partout autour de nous, il a bouleversé l'ensemble des secteurs dont celui de la construction qui doit maintenant apprendre à l'intégrer. La digitalisation est devenue l'enjeu majeur de notre société. La société veut aller toujours plus loin, toujours plus vite, veut être toujours plus technologique, allant jusqu'à bouleverser nos rapports humains. L'Homme miniaturise les composants, l'Homme veut partager ce monde avec les robots, il vit au son des machines, au plus près des ondes. Perverse pour les anciens, cette société se veut idéale pour ceux qui y sont nés, qui y ont grandi.

2020 - ?

Nous apercevons la sixième vague, celle de la prise de conscience. Il n'est plus possible de fonctionner sur le modèle actuel. L'enjeu, même s'il est orienté vers la technologie, est de réduire les ressources, de développer l'industrie écologique. Nous arrivons dans l'économie du sens, mettant en avant l'urgence de panser cette planète pour ne pas la détruire.

Les futures générations ont un poids sur les épaules, celui de réparer ou du moins d'atténuer les maux de notre monde, celui créé par l'Homme, qui aujourd'hui ne peut vivre sans la technologie mais ne pourra plus vivre si rien ne change. Ces générations, qui au fil des époques ont vu le monde changer, n'a pas le même regard sur la technologie et son appropriation. Il faut comprendre leurs profils afin de les faire cohabiter dans un monde professionnel où la technologie est aujourd'hui impérative.

1.1.2.b De la génération Y à la génération Z

¹⁴ James Watt (1736-1819) ingénieur écossais ayant mis au point la machine à vapeur

En pleine mutation technologique, le monde actuel, notamment professionnel est marqué par 3 générations qui représentent les charnières de chaque périodes clés. Chacune d'elle a redéfini les approches du digital, apportant ainsi des besoins et des usages différents.

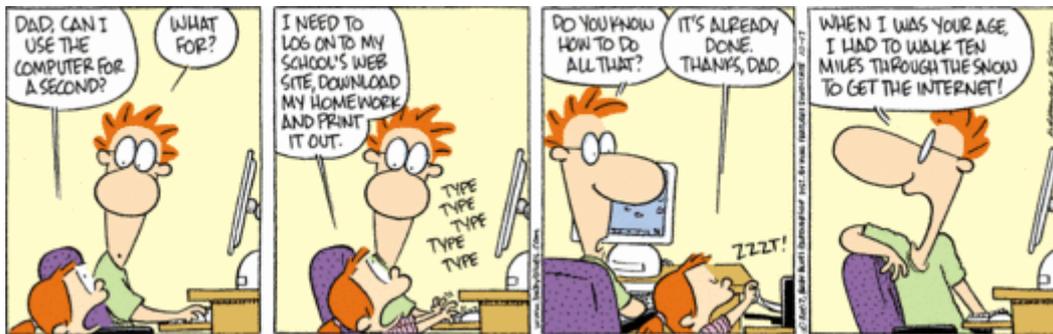


Figure 11 - Illustration des différences générationnelles – source : <https://larrycuban.wordpress.com/2014/05/24/cartoons-on-digital-natives-and-immigrants/>

Si la génération X, représentée par les personnes nées dans les années 1960-1979, est considérée comme la moins connectée puisqu'elle n'a connu la technologie que très tardivement, le monde professionnel actuel est surtout marqué par les deux dernières générations. [17][26]

Née dans les années 1980-1995, la génération Y a évolué en même temps que la technologie, assistant à l'arrivée de l'ordinateur dans l'ensemble des foyers. Les Millennials, comme ils sont communément nommés, ont grandi devant la télévision, laissant une part importante de leur vie à la découverte des nouvelles technologies. Leurs loisirs se sont axés autour des jeux vidéo et ils ont assisté à la démocratisation d'internet. Ils sont donc à l'aise avec l'univers digital, mais ils ont appris à vivre sans. Leurs successeurs, marquant la période actuelle, sont les représentants de besoins différents, plus exigeants, plus autonomes.

Natifs des années 1996 jusqu'à nos jours, les jeunes de la génération Z, aussi appelée génération C (communication, collaboration, connexion et créativité) bouleversent le monde. Surnommés les « Digital Natives » par Marc Prensky¹⁵, un spécialiste américain de l'éducation, ils sont nés au milieu de l'ère digital, développant ainsi des aptitudes particulières dans l'utilisation de la nouvelle technologie dès la petite enfance.

A l'heure où le monde du travail engage sa mutation vers le numérique, des disparités sont visibles entre les « digital natives » et les « digital immigrants » issus des générations précédentes et qui ont dû s'adapter à la technologie. Les évolutions sociétales, qui sont aujourd'hui le quotidien des « Z », reflètent le caractère ambitieux mais aussi très attentif au monde de ces derniers. Souffrant d'une image de paresseux et d'égoïste¹⁶, les « digital native » ont des atouts qui ont tout pour plaire aux organisations pour qui l'innovation revêt un caractère indispensable à leur compétitivité. Les « Z » sont peut-être la réponse à la condition statique de nos entreprises actuelles. Habiles et adoptant des attitudes propices à la collaboration, cette génération hyper connectée est multitâche et toujours au plus proche de l'information car en veille continue. Le monde du BTP doit évoluer, il faut lui apporter un souffle nouveau. Proche des préoccupations actuelles, il faut amener des profils agiles, capable d'assurer la mutation que doivent opérer les entreprises du secteur, de porter à bout de bras une solution numérique qui les mènera vers le monde du futur.

¹⁵ Marc Prensky (1946-) écrivain et conférencier américain en éducation

¹⁶ Enquête IPSOS pour le Monde 2011 : la génération Z est qualifiée d'égoïste par 63% des adultes, de paresseuse par 53% et intolérant par 53%.

Néanmoins, pour favoriser l'émancipation de cette jeune génération, il faut que l'enseignement s'adapte à elle car elle ne veut pas apprendre comme ses aînés. Marc Prensky, dans son projet pour une meilleure école dans le futur évoque : « *Le problème le plus important de l'éducation aujourd'hui est que les professeurs sont des « digital immigrants » qui parlent une langue dépassée et ceux-ci ont du mal à enseigner à une population qui parle un langage totalement nouveau.* » Il propose alors des actions concrètes comme la création de programmes scolaires numériques consultables par les apprenants comme par les enseignants, faire bénéficier les enseignants de formations adaptées ou encore faire reposer l'éducation sur l'accomplissement.

La question est alors de savoir comment enseigner à une génération née dans l'ère numérique qui va devoir s'installer dans un marché du travail peinant à amorcer sa transition numérique. La redéfinition de l'éducation peut contribuer à apporter un souffle nouveau dans un monde qui s'essouffle. N'est-il alors pas indispensable de remettre en question le modèle pédagogique actuel ?

I.2 L'évolution de la pédagogie

I.2.1 L'innovation en pédagogie

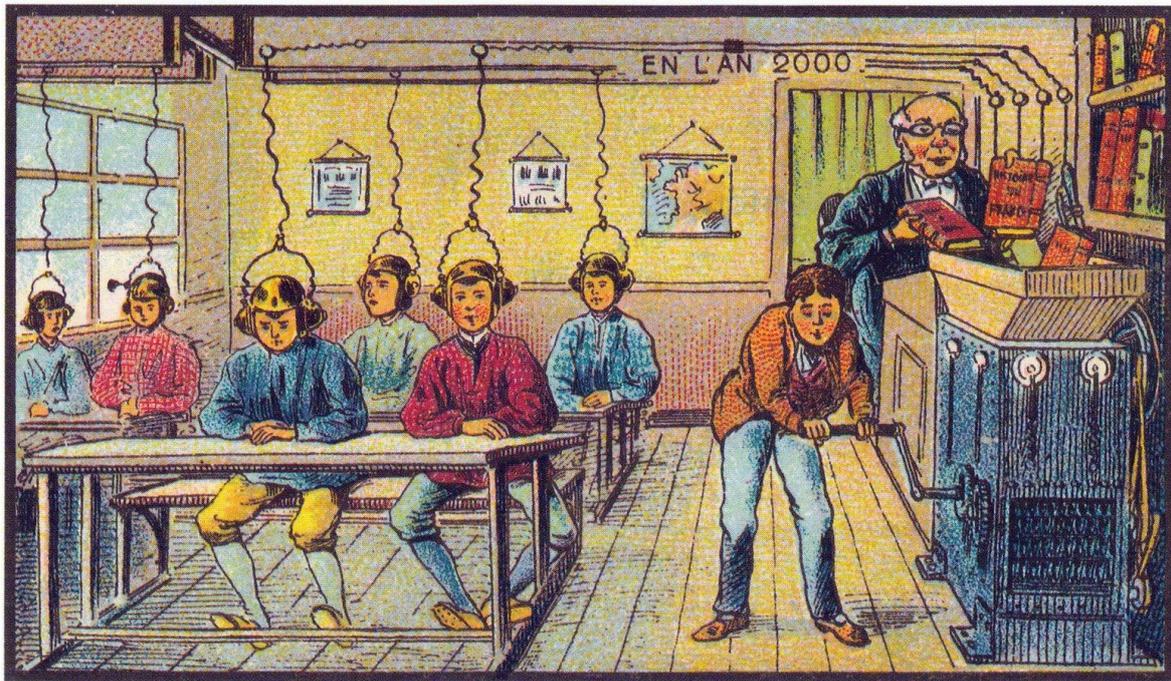
I.2.1.a *Le numérique, facteur d'innovation*

L'évolution des technologies de l'information et de la communication a bouleversé le système éducatif. Les technologies numériques sont omniprésentes, tellement que l'Homme en oublie de communiquer réellement avec son entourage. Noyé dans son environnement virtuel, il perd une notion pourtant indispensable de la réalité.

Auparavant, la recherche d'informations était coûteuse en termes de temps ; l'information était à trouver dans des ouvrages, où quelques heures en bibliothèque étaient parfois nécessaires. Aujourd'hui, l'avènement des outils numériques, fait d'internet la principale source de recherche, il devient un partenaire de travail indispensable. Néanmoins, la limite de cette avancée pédagogique réside dans l'abondance d'informations à traiter. Une recherche avec quelques mots sur un moteur de recherche nous amène à des milliers de résultats, il faut alors effectuer un tri, que bien souvent les apprenants ne se donnent pas la peine, ou ne savent pas faire. Comme me l'expliquait une enseignante : lors d'une recherche, l'élève ne cherche pas plus loin que le premier résultat qui s'affiche à l'écran, il se retrouve alors, la plupart du temps, sur un site d'industriel présentant un produit du BTP. Ce constat est problématique pour la construction du savoir de l'apprenant.

L'avènement du numérique induisant une mutation du transfert des savoirs apporte une problématique qui se pose dans de nombreux établissements. Revoir les méthodes d'enseignement en usant de nouveaux outils numériques présuppose des compétences, savoirs et savoir-faire que certains enseignants, acteurs de la génération X pour la plupart, ne possèdent pas. L'évolution des compétences à transmettre, avec notamment l'apparition des notions de codage dès le collège, pose des problèmes car les savoirs à transmettre ne sont pas acquis par l'enseignant. Ce dernier point est particulièrement vrai pour les formations où le BIM est maintenant devenu une nécessité. Comment faire alors pour que cette génération d'enseignant puisse conserver son rôle de sachant et l'amener à sortir de sa zone de confort ? L'intégration du numérique dans l'enseignement réside alors dans un équilibre subtil entre la place de l'Homme et celle de la machine.

1.2.1.b Les nouvelles pédagogies



At School

Figure 12 - L'école du futur, illustré par Jean-Marc Coté

La recherche d'innovation en pédagogie a toujours été. Si la plupart des pédagogies dites innovantes ne le sont en fait pas, la nouveauté réside dans l'adaptation de l'enseignement à notre société. Il est important, pour aider l'apprenant à se former et s'orienter vers le monde professionnel, que l'école s'adapte autant à ces nouvelles générations, qu'aux innovations qui mobilisent notre société. Jean-Marc Côté¹⁷ a présenté, dans une illustration la vision de l'éducation numérique imaginée en 1900. Il est alors aisé de comprendre les propos que j'évoquais précédemment, l'idée était présente, mais la technologie n'en permettait pas sa formalisation.

Encore une fois, l'objectif de cette recherche sur la pédagogie innovante n'est pas de dresser une liste de toutes les innovations qui ont été portées à mesure du temps à la pédagogie, je m'intéresserai ici à l'analyse des pédagogies 'dites' innovantes qui peuvent être transcrite dans l'enseignement du BTP et qui semble en adéquation avec la transmission du BIM. [10]

La classe inversée

Le numérique a transformé la façon d'apprendre ; naturellement, les méthodes d'enseignement ont évolué pour laisser la place à de nouvelles formes. La classe inversée a été une évolution significative de notre société connectée avec la multiplication des contenus numériques. Il s'agit alors de faire le cours avant le cours. L'essentiel de la méthode d'enseignement est de concentrer les apports théoriques en amont du cours présentiel afin de libérer le temps pour un approfondissement de la thématique abordée ou bien plus communément les exercices. Cette méthode d'enseignement connaît un grand succès et les

¹⁷ Jean-Marc Coté, peintre et illustrateur français

résultats prouvent que les apprenants s'approprient beaucoup mieux le contenu des formations. En effet, le fait de voir le cours avant de l'aborder avec l'enseignant permet à certains qui auraient plus de mal à comprendre le sujet de mener volontairement des recherches complémentaires. Cela donne la possibilité à l'ensemble du groupe d'apprenants d'obtenir des bases solides avant d'aborder la pratique et donc d'homogénéiser le savoir de tous. Certains profils, plus fragiles dans l'apprentissage, y trouvent un réel avantage puisqu'ils pourront y consacrer plus de temps et comprendre l'information en cherchant des ressources adaptées à leur façon d'apprendre. De plus, cette pédagogie permet de multiplier les support mais aussi la répétition de notions, permettant alors une meilleure appropriation de la thématique abordée.

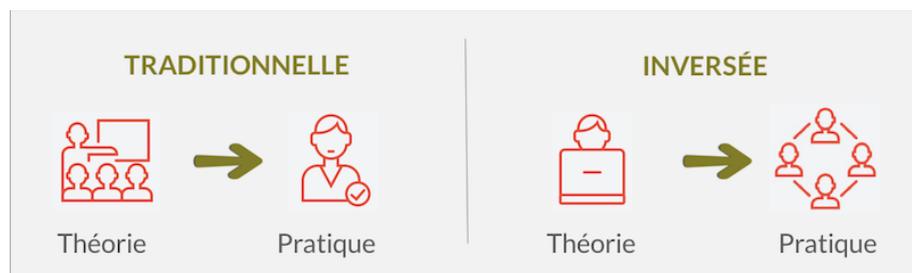


Figure 13 - Pédagogie traditionnelle/Inversée, source : <http://www.learningbydoing.fr/pedagogie-inversee/>

Concrètement, l'enseignant met à disposition des apprenants des ressources permettant de comprendre la théorie, et ce sur une thématique précise voire un sujet plus général, les étudiants eux, pourront les consulter chez eux, en amont du cours et ainsi obtenir les savoirs de bases. Les outils numériques facilitent ce type de procédés, les ressources sont donc mises à disposition sur des plateformes de formation, quelles que soient leurs formes : document texte, vidéo ou même MOOC (dont nous parlerons par la suite).

L'apprentissage par projet

La frontière souvent marquée entre théorie et pratique a créé un désintérêt de la part de nombreux apprenants. La nécessité du rapprochement du monde académique et celui de l'entreprise ouvre des portes vers une recherche de mise en application de cas concret d'entreprise au sein des modules d'enseignement. L'apprentissage par projet débute donc par cette problématique, et permet d'imposer une réflexion différente pour l'apprenant. Pour aborder le monde professionnel actuel, devenu complexe et changeant, il est nécessaire que l'enseignement s'oriente vers l'acquisition d'un socle théorique mais aussi d'un esprit critique, permettant aux apprenants de se poser régulièrement des questions sur leur travail et sur l'évolution de leur métier.

L'entreprise, dont le fonctionnement est établi par le travail de projet, majoritairement en équipe, sert de fondation à cette pédagogie. La présentation d'un sujet confrontant les étudiants à des défis et problèmes actuels en lien avec leur futur environnement professionnel leur ouvre la voie à une méthode d'apprentissage active dans laquelle l'acquisition de savoirs et savoir-faire n'est plus l'unique fait des cours théoriques. Celle-ci est basée sur la coopération d'une équipe, quelques fois pluridisciplinaire, pour travailler sur une problématique ouverte qui n'appelle pas une réponse définie. Pour la résolution de celle-ci, il est indispensable de mener une réflexion, en collaboration avec les autres apprenants mais aussi les travailleurs du monde de l'industrie, afin de poser une réponse possible. Accompagné de l'enseignant (voire de plusieurs enseignants), ils sont guidés dans leurs choix mais le coté

itératif de ce mode d'apprentissage ouvre la voie à des possibilités multiples avec lesquelles ils devront choisir de s'orienter.

Exemple A2P2 [22] (Apprentissage Actif Par Projet)

L'A2P2 est une méthode utilisée par de nombreuses grandes écoles et universités, dont le CESI. Elle permet alors de développer les savoirs, savoir-faire et compétences indispensables aux futurs ingénieurs : la culture scientifique, l'autonomie, l'innovation, la collaboration et le management entre autres. L'A2P2 se déroule en 3 phases distinctes, la première qui permet de prendre connaissance du sujet, de constituer l'équipe en définissant les rôles, de formuler la problématique en discutant des besoins et d'identifier ensemble les livrables du projet. Cette phase est la plus courte et se déroule sur une durée d'1h30 habituellement. La seconde, qui constitue le développement du projet et sa réalisation est la plus longue, elle se déroule sur une durée variant de 1 à 5 semaines selon le sujet et est organisée selon le principe de la roue de Deming.

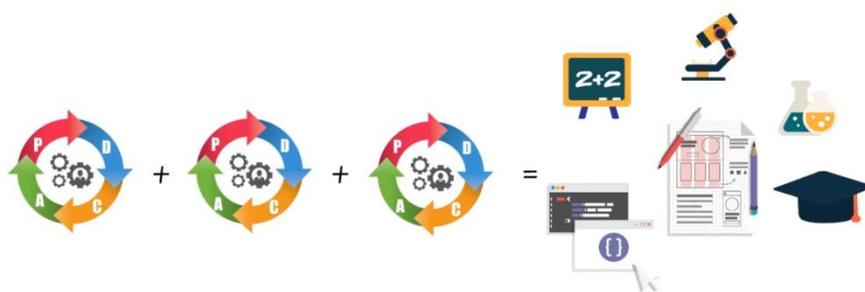


Figure 14 - Processus de projet A2P2, source : <https://digital-learning-academy.com/la-pedagogie-active-avec-la2p2-cest-quoi/>

La dernière phase du projet est marquée par la présentation du travail, cela constitue l'évaluation qui va permettre aux enseignants de juger de la pertinence des choix de chacun ainsi que l'acquisitions de savoirs indispensables à l'enseignement du module qui constitue une preuve de l'apprentissage.

Cette méthode permet d'engager une mutation de l'enseignement « passif » où l'apprenant est dans une position d'écoute face à l'enseignant « actif » avec en finalité une évaluation. Il s'agit d'un apprentissage centré sur l'apprenant où celui-ci est mis en confiance dans un objectif unique de réussite, il devient acteur de sa formation.

La pédagogie différenciée

Dans une formation, l'hétérogénéité est présente de façon certaine, tout le monde n'a en effet pas les mêmes capacités d'apprentissage. On retrouve alors différents profils d'apprenants, si certains sont plus à l'aise avec la lecture, d'autres le seront en écoutant ou encore en manipulant. Kinesthésique, auditif et visuel sont les trois profils prédominants chez les apprenants, cela suppose que pour que chacun ait sa chance face à l'enseignement, celui-ci soit adapté. Le gouvernement a d'ailleurs pris position sur ce sujet en énonçant, dans son décret « Missions pour l'école » du 24 juillet 1997, Article 15 : « Chaque établissement d'enseignement permet à chaque élève de progresser à son rythme en pratiquant l'évaluation formative et la pédagogie différenciée ».

Selon Wikipédia « différencier signifie analyser et adapter ses méthodes et l'environnement d'apprentissage de manière à prendre en considération les besoins et caractéristiques d'un ou de plusieurs élèves face à un objet d'apprentissage donné ».

Il ne s'agit pas pour autant d'individualiser la formation, mais de l'adapter quand cela est nécessaire et d'avantager la coopération entre les apprenants pour favoriser l'entraide et le partage. Ainsi l'enseignant utilise les leviers possibles afin de donner un objectif de réussite à l'ensemble de sa classe, jouant alors sur le temps de travail (possibilité d'en donner plus à certains), les outils (autoriser certains outils) ou encore l'organisation (individuel ou en groupe) par exemple. Les représentations de cette pédagogie sont multiples, parfois un peu trop, mettant alors à mal cette pratique pourtant en faveur de l'apprenant, lui évitant alors une stigmatisation par sa difficulté à avancer avec les autres.

La pédagogie augmentée

Une nouvelle tendance, peu généralisée à ce jour, est venu compléter les cours dits « classiques ». L'appétence grandissante pour les nouveaux outils numériques a donné lieu à l'enseignement augmenté ou comment enseigner en utilisant la réalité virtuelle. Certaines universités ou grandes écoles, désireuses de s'engager dans une voie disruptive, étudient les possibilités offertes par les nouveaux outils numériques comme les casques de réalité virtuelle (oculus rift, google cardboard...). Il s'agit alors de voir ce qu'ils peuvent apporter, en offrant par exemple la visualisation des environnements professionnels permettant de les apprivoiser avant même de les intégrer. Ces méthodes, très en vogue actuellement dans les formations dédiées à l'apprentissage de la conduite ou de la manipulation d'engins (techniques, chantier...), peut avoir un réel impact positif car la théorie est couplée à une pratique qui reste sécurisée dans un premier temps et offre la possibilité de prendre connaissance de l'environnement avec moins d'appréhension.



Figure 15 - Apprendre grâce à la réalité virtuelle - source : <http://blog.smartvr-studio.com/formation-apprentissage-realite-virtuelle>

De plus, ces outils étant particulièrement appréciés des jeunes, ils y trouvent un intérêt nettement plus marqué que par la théorie traditionnelle. La compréhension de leur futur environnement mais aussi des dangers potentiels sont mieux appréhendés et la prise en main de l'outil dans la pratique est plus rapide. L'évolution de ce type de méthodes pédagogiques en est à ses prémises et suivront sans doute les progrès de la technologie, en amélioration constante.

1.2.2 Nouveau rôle, nouvelle temporalité

1.2.2.a *L'évolution des rôles*

Les enseignants voient leur profession bouleversée par le numérique, de plus, il est impossible et inutile de développer un enseignement qui se veut pérenne dans le temps puisque nous assistons à une obsolescence accélérée des savoirs et compétences car la société évolue de façon exponentielle. Selon un rapport de Dell et l'institut pour le futur ¹⁸(centre de recherche de l'université d'Oxford), 65% des enfants entrant aujourd'hui à l'école primaire exerceront des métiers qui n'existent pas à ce jour. Alors que l'enseignant était auparavant le seul dispensateur du savoir, et qu'il avait un rôle de transmetteur de ce même savoir, son rôle évolue vers celui de facilitateur d'apprentissage. La relation entre l'enseignant et l'apprenant était unilatérale, l'enseignant expose son savoir, l'apprenant écoute, accumule l'information et participe quand cela lui est demandé. Aujourd'hui, il ne se limite plus à effectuer un simple transfert d'information, mais ses missions se développent jusqu'à la nécessité de développer l'ingénierie pédagogique comme compétence clé afin d'accompagner l'apprenant vers ses objectifs d'apprentissage. [23]

Les enseignants doivent s'adapter aux nouvelles pratiques de la société et de ses apprenants au lieu de résister en refusant de modifier ses habitudes ancrées dans un monde qui n'existe plus. Numérique ne signifie pas anéantissement d'interaction sociale. Bien au contraire ! L'enseignant a aujourd'hui un rôle de guide, participant à la conception du parcours d'apprentissage de l'apprenant mais aussi de son suivi. Il aide ainsi l'apprenant à trier les informations abondantes, et dans le choix des ressources les plus efficaces. Une nouvelle relation s'installe entre le maître et l'apprenant, plus égalitaire, laissant alors la capacité à l'individu de libérer ses potentiels, et ainsi tendre vers l'innovation. L'enseignant doit être en capacité de créer des dispositions favorables de créativité et de curiosité pour aborder ce monde complexe qui nous entoure. Il doit également diversifier l'expérience d'apprentissage des apprenants, individuellement mais également en groupe de façon collaborative.

L'enseignant doit alors avoir une aptitude à se remettre en question et faire évoluer de manière constante sa réflexion et ses pratiques pédagogiques pour harmoniser son enseignement avec la transformation accélérée de notre société et avec les besoins des apprenants.

1.2.2.b *Vers un apprentissage tout au long de la vie*

Il n'est plus question aujourd'hui d'accumuler les savoirs mais plutôt d'être apte à construire ses propres savoirs. L'information surabondante et changeante rend l'apprentissage complexe, il faut aujourd'hui faire le tri dans tout ce qui s'offre à nous. La société évolue rapidement, il est alors indispensable d'entretenir ses savoirs, de s'informer et de se former au-delà des notions acquises dans le cursus préprofessionnel.

L'apprentissage tout au long de la vie est une évidence, nous évoluons et interagissons dans notre environnement à chaque instant, et depuis notre plus jeune âge, nous apprenons chaque étape de la vie. Tout est alors moteur d'apprentissage : les discussions entre amis, la télévision et les médias en général, et plus encore avec internet, où l'information regorge.

18

https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.delltechnologies.com%2Fcontent%2Fdam%2Fdelltechnologies%2Fassets%2Fperspectives%2F2030%2Fpdf%2FSR1940_IFTforDellTechnologies_Human-Machine_070517_readerhigh-res.pdf

Par ailleurs, cet apprentissage à vie a été explicitement mis en avant dans le *Mémorandum sur l'éducation et la formation tout au long de la vie de Mars 2000 au sujet de la politique de formation* :

« *L'apprentissage tout au long de la vie (lifelong learning) n'est plus seulement un des aspects de l'éducation et de l'apprentissage ; il doit devenir le principe directeur garantissant à tous un accès aux offres d'éducation et de formation, dans une grande variété de contextes d'apprentissage* »¹⁹

Il est pourtant compliqué, dans nos vies actuelles, de conjuguer vie professionnelle et vie privée dans laquelle nous puisons notre temps et notre énergie à conserver nos acquis, à les adapter pour rester compétitif dans cette société à l'évolution rapide et continue et dont nous peinons quelques fois à en maîtriser les codes. Il est alors nécessaire, et ce quel que soit notre domaine d'activité, d'organiser un environnement qui nous permette d'avoir accès à l'information et la formation facilitant ainsi l'accès à de nouvelles ressources. Les MOOCS et autres ressources numériques favorisent ces apprentissages, les professionnels en poste, de plus en plus adeptes à ces modes d'apprentissage, doivent pouvoir y avoir accès facilement et sans que cela leur soit chronophage. Apprendre à apprendre est une compétence qu'il semble aujourd'hui indispensable d'acquérir afin de pérenniser nos savoirs mais aussi de les compléter tout au long de notre carrière.

I.3 L'instrumentation de l'enseignement

I.3.1 Donner envie d'apprendre

I.3.1.a Donner du sens à l'apprentissage

*« Dis-le-moi et je l'oublierai ; enseigne-le-moi et je m'en souviendrai ;
implique-moi et j'apprendrai »*

Benjamin Franklin

La fin du collège marque une étape importante dans le parcours d'un élève, c'est à ce moment que l'on commence à poser ses choix d'orientation, un parcours général contre un enseignement ciblé métier, par le biais d'un apprentissage, d'un lycée professionnel, c'est ici que commence pour nombre d'entre eux l'insertion dans l'univers du BTP. Mais ce choix est-il une vocation ? Pour la grande majorité, il serait malheureusement plus honnête de répondre par la négative. En effet, les profils qui peinent à terminer leur année scolaire, ceux qui ne veulent plus d'un enseignement général, ou encore les jeunes en mal d'avenir, tous ceux-là se détourneront du parcours classique du lycée général. Est-ce un mal ? Peut-être, au contraire, que ce choix est finalement une chance ; celle de se découvrir une vocation, ou sans aller jusque-là, un avenir.

¹⁹ Commission of the European Communities, 2000, p. 3

Pour Comenius, la motivation est essentielle : « *pas de progrès sans un réel plaisir de l'esprit* ». Il semble que nous soyons face à une réalité dans notre société actuelle. Les « Digital native », comme vu précédemment ont besoin de sens dans leurs actions, de pouvoir trouver un intérêt et une finalité à leurs gestes, leurs choix. Il me semble que peu d'apprenants, et c'est encore plus vrai dans la jungle des universités et grandes écoles, trouvent réellement un sens dans leurs études. Il s'agit en effet de créer du sens, de donner une signification au monde complexe dans lequel nous vivons, les interactions humaines sont alors au fondement de cette structuration du sens.

Engagement dans un challenge étudiant, création de mini-entreprise, actions pédagogiques à vocation sociale, les jeunes apprenants trouvent un nouveau souffle dans l'enseignement d'aujourd'hui. L'engouement de ces derniers pour les actions innovantes à vocations pédagogiques peut se vérifier à de maintes reprises. L'enseignement traditionnel ne peut plus et n'a plus vocation d'être. Dans un monde marqué par la nécessité d'innover, il faut une pédagogie par l'action, donnant la possibilité de développer un esprit agile, qui leur permettra d'être proactif quelle que soit la situation dans leur futur professionnel.

1.3.1.b Privilégier l'autonomie de l'apprenant

Dans notre société actuelle, la compétence principale ne consiste plus en l'accumulation de savoirs sans formalisation précise, mais dans l'acquisition d'une aptitude à bâtir ses propres savoirs à partir d'un flux d'informations inépuisable et éphémère [3]. Voilà la raison primordiale pour laquelle l'apprenant doit acquérir de l'autonomie. Il ne s'agit pas non plus de proposer des actions ponctuelles visant à l'assimilation de cette autonomie mais bien une orientation pédagogique d'ensemble mettant l'apprenant dans un contexte pro-actif où il sera maître de son propre apprentissage et développer un regard critique vis-à-vis de leurs sources d'informations.

Pour cela, l'enseignant doit lui donner plus d'initiative et l'encourager en lui laissant des responsabilités, en le plaçant au centre de son apprentissage. De plus, avec la multiplication des supports pédagogiques, dont certains sont présentés par MOOC, ou contenus numériques et la pédagogie par classe inversée, qui est de plus en plus répandue, il est indispensable que l'apprenant soit en capacité d'organiser ses apprentissages de manière autonome. Néanmoins, l'enseignant ne doit pas s'effacer totalement au profit d'une autonomie forcée de l'apprenant, par crainte de le voir se démotiver si des difficultés se présentent de façon répétées. L'enseignant doit garder son rôle de guide afin de partager ses savoirs en menant l'apprenant sur le chemin de la réussite. Pour créer cette autonomie, l'enseignant peut proposer des projets coopératifs ou collaboratifs, qui lui permettront de travailler en autonomie ou en groupe selon les situations. Cela renforce la cohésion et la confiance qu'il a envers ses pairs mais aussi envers lui-même.

1.3.2 L'Environnement Personnel d'Apprentissage

La genèse de l'EPA se situe aux alentours de 1976, apparaissant dans une note du Massachusetts Institute of Technology (MIT) au sujet de l'intelligence artificielle, puis lors de la question du E-learning en Europe en 2000 [2]. On trouve alors sa traduction française : Environnement Personnel d'Apprentissage (EPA), terme que nous emploierons dans la suite de ce travail, au vue de son importance dans l'éducation.

Si le terme est nouveau, les fonctions qu'il regroupe ne le sont pas, l'environnement de travail que l'apprenant se crée a toujours été. Pour suivre sa formation, celui-ci rassemble des documents, prend des notes à l'aide de cahiers, feuilles, ou tout autre support, s'appuie sur des ressources diverses. L'arrivée d'internet et la vulgarisation des outils numériques a changé la donne et bouleverse cet environnement, les sources de recherches évoluent, passant des livres vers internet, tout y est plus rapide, mais surtout tout y est plus massif. L'information afflue abondamment, perdant certains apprenants dans les méandres du réseau internet mondial. Il est alors indispensable d'organiser leurs apprentissages, de cadrer les outils et façons de prendre des notes, de capitaliser les informations et de gérer leur travail. L'EPA, véritable outil d'organisation de l'apprentissage permet à la fois de rassembler les bons outils pour apprendre, pour l'organisation des recherches mais aussi et surtout la capitalisation de l'ensemble des informations que chacun va réunir sur l'ensemble des thématiques et qu'il faudra pouvoir retrouver.

Une définition de l'EPA est donnée par Bernard Blandin ²⁰[11] : « C'est un environnement matériel, technique, humain, construit ou façonné par un sujet en vue de s'en servir comme système d'instruments pour apprendre, et dont il a la liberté totale d'usage »²¹. L'EPA est donc un environnement, composé d'outils numériques, mais également d'outils non numériques, en somme il regroupe absolument tout ce que l'apprenant va utiliser pour mener à bien son apprentissage. Il n'y a donc pas un EPA commun mais chaque apprenant a son propre environnement, qu'il va se constituer au fur et à mesure de la progression de son apprentissage et de la découverte d'outils ou de méthodes qui vont lui permettre d'être plus efficace. Afin que l'EPA corresponde exactement à l'apprenant, il faut comprendre comment celui-ci apprend, collecte l'information, quels sont les moyens les plus efficaces pour lui ; chacun a en effet sa propre manière d'évoluer au sein de sa formation.

Cet EPA place l'apprenant en tant que responsable de son instruction, l'obligeant à être pro-actif ; il est l'instrument privilégié de l'apprentissage à condition qu'il soit construit de manière appropriée et personnalisée.

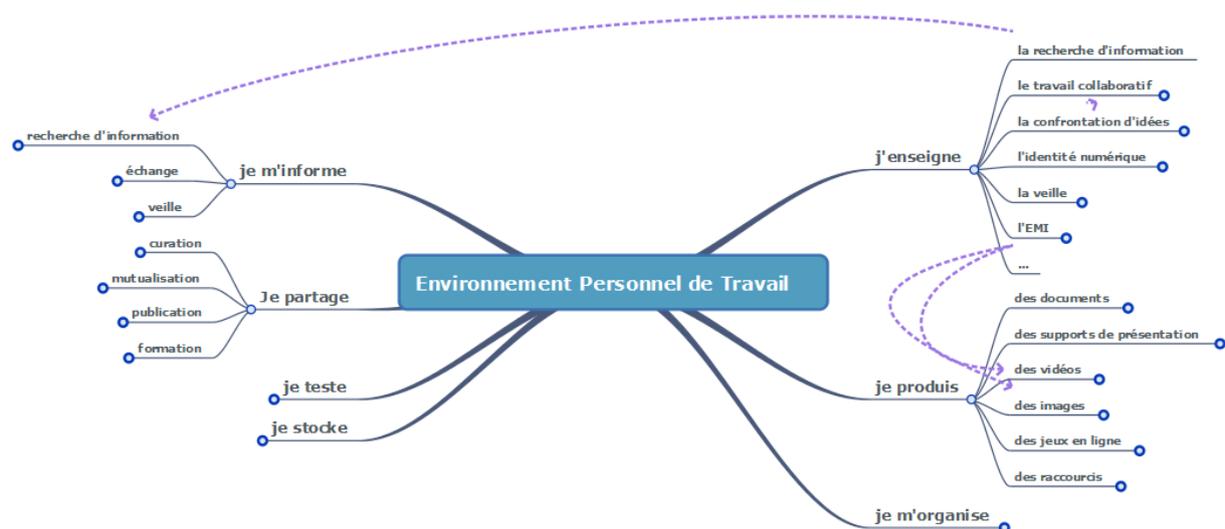


Figure 16 - Usages d'un EPA, source : <https://fenetresur.wordpress.com/2016/10/28/mon-environnement-personnel-de-travail/>

²⁰ Bernard Blandin, chercheur en centre de recherche éducation formation, directeur de recherche au sein du groupe CESI

²¹ Définition issue de l'article de Bernard Blandin – L'environnement personnel d'apprentissage, un instrument pour l'apprenance ?

L'EPA est représenté par la mobilisation de différents éléments : les outils, les ressources et les individus. Ces derniers sont représentés par l'ensemble des personnes qui participent à l'aboutissement d'un objectif d'apprentissage, l'apprenant lui-même, ses camarades, les enseignants, les parents, les professionnels...

Les outils non numériques sont représentés par l'environnement physique comme la salle de classe, la bibliothèque, les espaces de travail, mais ils comprennent également les cahiers pour les prises de notes, les stylos et tout ce que l'apprenant va pouvoir utiliser. Les outils numériques, eux, sont plus récents et si l'on peut en visualiser certains comme l'ordinateur, la tablette, le téléphone, il faut aussi prendre en compte les réseaux sociaux, très majoritairement utilisés, ainsi que l'ensemble des logiciels et applications, ressources web qui seront affinés en fonction de la pratique, des connaissances et de l'utilité de chacun.

Pourquoi créer un EPA ? La réponse est sans équivoque, au vue de la surabondance d'informations qui affluent de façon continue. L'apprenant doit avoir un cadre qui lui donne la possibilité d'évoluer et de se guider pour arriver jusqu'à son objectif d'apprentissage. Ce dernier doit être organisé pour permettre de traiter l'ensemble des informations reçues pendant le cours, avec la prise de notes mais aussi par la recherche d'informations supplémentaires. Il faut également qu'il puisse combler ses faiblesses, pour cela, il peut alors s'appuyer sur d'autres apprenants et mettre ainsi en commun leurs acquis et informations afin de créer un environnement commun, ou bien questionner ses enseignants ou des ressources complémentaires. L'EPA permet alors à l'apprenant d'acquérir de l'autonomie, mais aussi de s'assurer de construire son apprentissage de façon optimale avec un objectif de réussite.



Figure 17 - Outils numériques et non numériques de l'EPA, source : <http://www.saintrapt.com/tag/environnement-personnel-dapprentissage/>

L'environnement doit être personnel, car il appartient à l'apprenant mais il est également personnalisé, il peut être construit par d'autres pour lui. Il comprend un ensemble d'instruments cohérents qui permet l'atteinte de l'objectif d'apprentissage et se révèle

essentiel car il permet la gestion ainsi qu'une vision globale de l'ensemble des informations capitalisées sur une ou plusieurs thématiques données.

1.3.2.a Les outils numériques

Les outils numériques présents dans l'EPA sont nombreux et ne cessent d'évoluer. Ceux-ci sont individualisés en fonction des aptitudes de chacun vis-à-vis de la technologie. Néanmoins, les « médias socio numériques » comme facebook, skype, Doodle..., détournés à des fins académiques, sont des outils que l'on retrouve de façon quasi systématique dans ces environnements d'apprentissage. Entendant les difficultés d'apprentissage liées à l'afflux d'informations et souhaitant créer une plus-value, les établissements commencent alors à proposer des outils permettant de faciliter l'apprentissage de chacun.

Les MOOC ont pris une ampleur considérable ces dernières années. Si la genèse de ceux-ci remonte aux années 2000, ils ont pris leur essor réellement à partir de 2012. De nombreuses universités ont contribué à leur création, avec la volonté de développer leurs programmes d'enseignement en ligne. Les MOOC sont l'aboutissement des différentes évolutions technologiques annexées aux contraintes liées à l'enseignement dans les classes (surpeuplement, pédagogie et apprenants ayant évolué vers un modèle plus flexible). La volonté de rendre accessible l'enseignement à tous a promu les MOOC au rang d'indispensables de la formation. Ceux-ci permettent notamment de faire évoluer les pratiques des enseignants en proposant un modèle en classe inversée, avec le MOOC comme additif au contenu théorique proposé par l'enseignant avant le cours présentiel.

LMS, ENT, plateforme de formation, de nombreux termes désignent un nouvel outil de plus en plus répandu, aussi bien dans le monde académique que dans notre activité privée.

Alors un LMS, qu'est-ce que c'est exactement ? Learning Management System pour l'acronyme LMS, est une solution informatique qui va permettre de gérer et diffuser des contenus numériques. Créé dans un but de faire vivre les contenus en e-learning, il a peu à peu évolué vers un outil plus riche de manière à organiser l'apprentissage au sein des établissements afin de suivre la progression des cours en e-learning mais aussi de pouvoir lier ses contenus avec des ressources externes, jusqu'à peu à peu se démocratiser en dehors des murs du monde académique.

L'ENT pour Espace (ou Environnement) Numérique de Travail, représente un instrument numérique ayant pour objectif de réunir en un même lieu, accessible à n'importe quel moment et à l'endroit souhaité, un ensemble de contenus comme les informations relatives à la formation (calendrier, progression des résultats, ressources de cours), mais aussi des liens vers des contenus externes utiles à l'apprentissage ou à l'environnement culturel de l'apprenant. Cette présentation est non exhaustive car chaque établissement développe son propre outil en fonction des besoins mais aussi de plus en plus avec le souhait de se démarquer, offrant alors des contenus innovants dans le but d'offrir une réelle plus-value à l'apprenant. L'évolution des modèles d'apprentissage demande une adaptation des pratiques liées à l'enseignement, ainsi que des outils capables de préparer son apprentissage ou encore de pouvoir travailler de manière asynchrone, d'échanger avec ses pairs ou les enseignants. Cet ensemble de services mis à disposition de la communauté éducative permet de créer un lien entre tous les acteurs participants à l'apprentissage mais aussi un réseau pour préparer le futur professionnel de chaque apprenant.



Figure 18 - Schématisation d'un Espace Numérique de Travail, source : <http://eduscol.education.fr/cid55726/qu-est-ent.html>

Ces outils sont aujourd'hui communément rassemblés sous l'appellation plateforme, qui est devenu un terme fourre-tout qui désigne tout et son contraire. La volonté des établissements d'innover et de se démarquer ouvre heureusement la voie à une spécialisation et un affinement de ces instruments qui sont un réel atout pour l'apprenant tout autant que pour l'établissement qui le gère.

Les outils numériques sont majoritairement représentés dans les EPA, mais ceux-ci ont un caractère changeant, il est alors essentiel de centraliser, sur un même espace virtuel, l'ensemble des outils et services dans des objectifs d'apprentissage.

1.3.2.b Les outils non numériques

Si auparavant, les crayons, le cahier, la salle de classe et la bibliothèque correspondaient aux principaux outils de l'environnement de l'apprenant, ceux-ci ont évolué vers un univers digitalisé, ou l'écran (ordinateur, tablette, smartphone...) a remplacé le cahier. Néanmoins, nombreux sont ceux pour qui les outils non numériques restent essentiels, et malgré le développement des cours distanciels et asynchrone, la salle de classe est un élément qui reste essentiel à l'apprentissage.

L'évolution de la société qui a fortement influencé le monde éducatif ces dernières années voit apparaître des outils s'accordant aux pratiques actuelles. Les espaces d'apprentissage se modifient laissant apparaître des espaces innovants, aptes à la recherche et au développement de nouveaux modes d'apprentissage. Les learningLab, sont le pendant éducatif des Fab Lab, proposent alors des espaces propices au développement de pédagogies. Ceux-ci s'étendent géographiquement à l'ensemble de notre planète jusqu'à créer un réseau

permettant d'accompagner et de cadrer la création de ces derniers. Selon la charte Learning Lab Networks :

« Un Learning Lab est un lieu et un écosystème d'expérimentation et d'innovation sur les nouvelles formes de travail et d'apprentissage collaboratif. Ces espaces collaboratifs innovants ont recours simultanément aux outils numériques, aux environnements, équipements, supports d'apprentissage et méthodes pédagogiques favorisant l'intelligence collective »

Si la salle de classe « classique » renvoie à un lieu figé de diffusion d'un savoir, positionnant l'apprenant face au maître dans une situation de transmission unilatérale, le Learning Lab, quant à lui modifie la relation entre celui qui apprend et celui qui sait. Positionné en tant qu'acteur de son apprentissage, favorisant la motivation et l'autonomie, l'apprenant est en recherche de méthodologie qui lui permettra d'atteindre son objectif pédagogique.

Ces espaces sont définis par leur aspect mobile et évolutif ; composé de mobiliers nomades, mais aussi d'outils d'expressions libres comme des murs écritaires et divers matériels hi-tech, l'objectif est l'expérimentation et la créativité permettant à chacun d'apprendre à sa façon [12]. Il s'agit d'intégrer la révolution numérique dans l'apprentissage, donnant alors une nouvelle attractivité aux espaces de formation. Ceux-ci sont des lieux d'expression, de discussion, de production mais aussi de présentation des travaux réalisés, tout y est pensé pour faciliter l'interaction. Ses usagers s'approprient l'espace en le modulant et le transformant au gré de leur besoin. Les multiples configurations possibles favorisent le travail en groupe mettant la collaboration comme compétence nécessaire à la pratique scolaire, son acquisition, bien qu'inconsciente, est belle et bien établie.

Centrale et EM Lyon



L'EM Lyon et l'école Centrale de Lyon se sont doté d'un learningLab développé dans un espace de 400 m². L'ambition de ces écoles est d'avoir un laboratoire pédagogique qui permette d'initier une rupture avec l'espace « traditionnel » qui ne correspond plus aux apprentissages

actuels pour se rapprocher des usages du numérique. Ce lieu est à l'usage d'un public divers, aussi bien étudiants qu'enseignants ou encore entreprises, comme l'explique Jean-Pierre Berthet, un des co-fondateur du LearningLab : « *Nous y formons les enseignants des deux écoles aux nouvelles pédagogies mais nous pouvons également y recevoir des entreprises qui viennent y faire des sessions de créativité* ». ²²

Le learningLab sert également de lieu de test pour des équipements de confort de travail, des panneaux acoustiques d'une société partenaire ont par exemple été employés, l'utilisation de l'espace va alors permettre de juger de l'efficacité du produit.

Des « tables-bureau » Steelcase (également partenaire des établissements) permettent de travailler en individuelle ou en petit groupe, ou encore de suivre un cours, en fonction des besoins ; la modularité de l'espace étant le maître mot de ce type d'espace.

Les deux écoles veulent, à travers ce lieu, représenter l'innovation pédagogique et surtout technologique, allant jusqu'à proposer des équipements comme l'ordinateur développé conjointement avec HP, s'adaptant alors aux diverses situations pédagogiques envisagées dans le learningLab, ou encore l'acquisition du robot Awabot qui permet à des experts d'intervenir à distance, mais aussi à un élève de pouvoir interagir à distance avec le cours dispensé.

Si la pédagogie est un sujet prisé de recherche et d'expérimentation en tout genre, il est nécessaire aujourd'hui de prendre en compte l'évolution de la société, notamment de cette nouvelle génération, exigeante et volatile afin de former au mieux, de trouver un équilibre entre les besoins de l'apprenant et les capacités de transmission de l'enseignant. Les outils jouent alors un rôle fondamental dans cette question de l'adaptation de l'enseignement à l'apprenant. Ainsi, les objectifs des LearningLab sont clairement identifiés, il s'agit d'expérimenter les nouveaux usages de nos sociétés mais aussi une nouvelle approche de la pédagogie, où l'enseignement et l'apprentissage se veulent différents. Les générations actuelles sont en perpétuelle mouvance, il faut, pour les motiver à apprendre, leur proposer des lieux à leur image : technologiques, mobiles et évolutifs. Ces objectifs ne sont pas une finalité, bien au contraire, ces espaces sont des lieux d'expérimentation qui permettent de capitaliser sur des pratiques qui sont vouées à se développer au gré des évolutions sociétales.

II. Actions BIM dans l'enseignement

II.1 Le BIM dans l'enseignement et la formation

II.1.1 Dans le monde

Lorsque l'on regarde le niveau d'implémentation du BIM en France, celui-ci est souvent mis en corrélation avec les expérimentations réalisées dans le reste du monde. Il en est de même pour comprendre où se situe la France dans l'enseignement du BIM.

En 2013, la NATSPEC ²³ a réalisé une enquête en envoyant un mail à toutes les parties qui ont un intérêt dans le BIM. Le résultat de l'enquête a mis en lumière une interprétation différente

²² Issu, de l'article « Central Lyon et EMLYON inventent les pédagogies du futur avec leur Learning Lab, lien : <http://orientation.blog.lemonde.fr/2015/01/13/centrale-lyon-et-emlyon-inventent-les-pedagogies-du-futur-avec-leur-learning-lab/>

²³ La NATSPEC est une organisation à but non lucratif appartenant au secteur de la conception, de la construction et de l'immobilier par le biais d'associations professionnelles et de groupes immobiliers du gouvernement.

des questions ; d'une part le niveau de sensibilisation et d'utilisation du BIM dans le pays, d'autre part le niveau actuel des formations. Le rapport, édité en janvier 2014 et mis à jour en mars 2015 à la suite d'un nouveau sondage, est uniquement basé sur les données des réponses [27]. Je prendrai donc la base de ce rapport pour établir un état des lieux de l'enseignement BIM au niveau mondial en mettant en avant les pays ayant développé des recherches et/ou des actions sur le sujet, faisant volontairement le choix de ne pas englober les autres pays.

En fonction des pays représentés par l'étude, il me semble intéressant de mettre en corrélation le caractère obligatoire ou non imposé par le gouvernement dans le pays en question. Ainsi, nous retrouvons en rouge, les pays qui ont bénéficié d'une impulsion gouvernementale choisissant la voie de l'obligation (pour les marchés publics selon les règles décidées par chacun des pays), alors qu'en bleu, ceux qui n'ont pas (encore) de caractère d'obligation.

Australie



30 universités dispensent des formations dans au moins un des domaines de l'AEC ; parmi celles-ci, il y en a 10 qui proposent une formation dans l'ensemble des domaines. Ces dernières portent le plus d'intérêt quant à l'implémentation du BIM. Le premier niveau d'information couvre simplement les principes du BIM et l'usage de base des logiciels. Le programme de management de la construction, est celui qui a le plus progressé. Plusieurs TAFE (Technical and

Further Education - institutions qui délivrent les études professionnelles et techniques) incorporent le BIM dans leur programme mais les sujets du BIM management et de l'environnement collaboratif ne sont pas encore inclus dans le programme.

Deux établissements ont développé des formations BIM spécifiques : Central Institute of technology a développé une licence BIM en 2015 et l'University of Western Australia a développé un master BIM.

Afin de promouvoir le BIM dans l'enseignement et dans l'industrie, la NATSPEC fournit à l'ensemble des établissements Australien, une présentation d'introduction au BIM depuis 2011, ainsi qu'un ensemble de documents et présentations du BIM destiné aux entreprises.

3 universités (University of South Australia -UniSA, University of Newcastle-UoN et University of technology, Sydney UTS) sont impliquées dans un projet appuyé par le gouvernement Australien (Office for learning and teaching): CodeBIM (collaborative building design education using BIM). Le projet vise à examiner si l'éducation de la conception collaborative peut être améliorée en utilisant les technologies BIM et la manière d'adapter au mieux ces technologies au cours d'AEC, mais aussi l'élaboration de nouveaux programmes avec de la collaboration dans différents modes pédagogiques (en face à face, en distanciel, intensif...)

Un guide de mise en œuvre à usage des universitaires a été développé et publié sur le site internet de CodeBIM. Il a pour but d'identifier les cours existants pouvant être modifiés pour intégrer le BIM et la collaboration plutôt que de créer de nouveaux programmes.

Certains problèmes ont été identifiés par les enseignants dans l'implémentation du BIM :

- L'implémentation d'un nouveau sujet (le BIM) dans des programmes déjà surchargés
- La résistance au changement, aux habitudes d'enseignement
- Le manque d'expertise des enseignants
- La rapidité d'évolution de la technologie BIM.

- La taille des classes (80 étudiants en moyenne). Les ressources ne sont pas présentes en quantité suffisantes pour pouvoir travailler en petits groupes pluridisciplinaires.

Résultat du projet CodeBIM : il s'agit de développer de nouvelles pratiques pédagogiques pour enseigner le BIM.

Par exemple, à l'UTS – IPD studio – une expérimentation a été menée dans un module regroupant des profils pluridisciplinaires pendant un semestre sur un projet utilisant des outils et process BIM. Il s'agit alors d'apprendre à travailler en collaboration en échangeant les informations nécessaires à l'ensemble des acteurs des disciplines partenaires.

Australian Institute of Architects (AIA) et le Consult Australia ont établi un groupe de travail composé d'industriels et d'académiques sur l'éducation du BIM en 2011. Ce groupe a publié, en aout 2012, une série de documents permettant de reprendre la position du groupe et servant de base à d'autres travaux. Une collaboration entre la Curtin University et la Huazhong University of Science and Technology (HUST) Wuhan en Chine a permis d'établir l'Australian Joint Research Centre for BIM. Le centre s'applique au développement de la recherche qui intègre le BIM avec d'autres concepts et technologies avancés et agit comme une plate-forme internationale alliée pour créer et partager des connaissances entre chercheurs, ingénieurs et acteurs innovants pour améliorer la performance et la productivité des projets dans la construction à travers l'Australie et la Chine.

Canada



Education :

La feuille de route BIM pour le Canada dans l'industrie AECOO a été développée par BuldingSMART Canada pour aider les industries à identifier les étapes nécessaires afin de réaliser la mutation vers le BIM. Cela inclut un « courant éducatif » avec les objectifs suivants :

- Une communauté de pratiquants
- Un cursus de référence
- Des packs de formation pour les industries parties prenantes
- Des accréditations pour les institutions
- Des certifications pour les acteurs

Un bSC Education Committee a été établi pour coordonner et faciliter les activités qui touchent à l'éducation du BIM. Une analyse de l'environnement était en cours en 2015 pour déterminer les offres et les besoins de l'industrie, il en ressortait, au moment de l'étude de la NATSPEC qu'une évolution a été constatée dans les programmes d'enseignement à travers le pays.

Le gouvernement canadien a financé la rédaction d'un manuel de pratiques BIM pour le Canada, il est à destination des divers acteurs et reflète toutes les bonnes pratiques à l'international et au Canada. Un ensemble de documents pratiques a aussi été édité mais à titre onéreux.

Une stratégie de communication a été mise en place afin de développer un enseignement pour le BIM au niveau régional et local et plusieurs groupes de travail locaux se sont constitués pour étendre les travaux sur l'éducation du BIM.

République Tchèque



Le Czech BIM Council propose un enseignement à travers des séminaires, des workshops et des présentations. En février 2015, un groupe de travail intitulé « BIM et éducation » a été mis en place, il visait à implémenter le BIM dans le système éducatif. En octobre 2013 s'est déroulé une conférence intitulée « BIM day », qui a donné

lieu à la rédaction de documents de travail.

Ce qui ressort également, c'est un manque d'impulsion gouvernementale pour la promotion de l'usage du BIM, dut en partie au contexte politique. Quelques projets sont réalisés en BIM mais la majorité des projets sont encore réalisés en 2D et les dessinateurs restent sceptique quant à l'usage du BIM, principalement due au coût des logiciels et de la formation. Le Czech BIM Council poursuit néanmoins ses efforts pour généraliser la pratique du BIM dans le pays.

Finlande



Les universités et les écoles polytechniques dispensent un enseignement BIM et l'ensemble des étudiants du domaine de la construction, bénéficient dans une certaine mesure, d'une formation BIM. Pour les étudiants de 3eme cycle, plusieurs options sont proposées pour se former plus efficacement :

- Les éditeurs logiciels fournissent une formation pour leur propre solution.
- Les structures (Skanska (construction) ou Senaatti par exemple) fournissent des formations internes ciblées selon les besoins.

Mais selon un sondage réalisé en 2013, l'interaction avec les collègues est la meilleure façon d'obtenir des informations. De plus, celle-ci a démontré une bonne image de l'état du BIM dans le pays laissant apparaître que 87% des personnes interrogées connaissaient le BIM et 65% l'utilisaient.

Hong Kong



Plusieurs universités et collèges offrent un total de 19 cours BIM dans le cadre de leurs programmes d'études

Le Vocational Training Council (VTC) qui inclut l'Institute of Vocational Education (IVE) et HKU Space offrent un total de 20 cours liés au BIM en tant que modules au sein de leurs programmes d'enseignement supérieur liés à la construction.

Le Construction Industry Council (CIC) organise également des activités promotionnelles BIM en collaboration avec les intervenants de l'industrie pour sensibiliser l'industrie et comprendre le BIM. De plus, un groupe de travail a été créé pour répondre aux besoins de l'industrie de la construction de Honk Kong, le groupe a été chargé de définir une feuille de route et une stratégie de mise en œuvre pour la transformation du marché en ce qui concerne l'implémentation du BIM dans l'industrie de la construction.

Des actions sont réalisées sous l'autorité du CIC pour établir un ensemble de normes BIM comme phase 1 de l'adoption du BIM à l'échelle de l'industrie. En effet, à ce jour, les majors de la construction utilisent le BIM, les autres acteurs (les architectes, ingénieurs et géomètres) se préparent à l'adoption du BIM avec l'aide des retours d'expérience.

Pays Bas



Il n'y a pas de programme d'éducation BIM national en place pour le moment, mais diverses initiatives ont pour objectif de créer des actions de formation.

La nouvelle organisation, BIM Kiosk, prévoit de jouer un rôle dans ce développement. Le « Kiosk » a la vocation d'être le lieu unique des standards pour l'industrie du BIM, qui réunira l'ensemble des « normes ouvertes ».

Des projets de recherche sont également initiés, par exemple le CB-NL (Concept Library), avec Building Smart international, un ensemble de 200 acteurs de tous horizons investis dans le projet.

Enfin, le Building Information Council (BIR) est très actif dans le développement de stratégies de politiques BIM dans la construction et l'industrie de génie civile, il développe des cartes de connaissances qui aident à sensibiliser davantage l'industrie aux possibilités créées par l'utilisation du BIM.

Norvège



Il y a au moins sept facultés qui organisent des cours BIM et plusieurs collèges qui ont des formations spécifiques BIM. Il n'y a pas d'exigence du gouvernement pour l'éducation BIM, mais quelques enseignants engagés sont à l'origine de son enseignement dans les collèges et universités. Le bSN a alors lancé un programme pour soutenir les enseignants qui utilisent le BIM dans leurs cours. En juin 2014, le bSN a publié un programme éducatif qui met l'accent sur l'assurance de qualité du contenu et de la production des cours. Trois plans d'enseignement ont été publiés par bSN, spécifiant le minimum requis pour l'enseignement du BIM à deux niveaux de base.

Des organisations privées proposent également des parcours de formation, leur programme n'est pas une formation à un outil spécifique mais se concentre plutôt sur la façon d'avoir un environnement openBIM multidisciplinaire afin d'acquérir une vision large du BIM.

En mars 2015, bSN a publié un guide BIM, celui-ci permet aux clients de spécifier les exigences pour les livraisons BIM sans avoir d'expertise dans l'organisation. Il peut configurer les exigences avec un assistant intuitif, en fonction de l'utilisation BIM prévue.

Le gouvernement et son corps législatif le « Norwegian Building Authority » sont pleinement conscient de la nécessité de la digitalisation. Le Building Authority gère et supporte plusieurs initiatives en collaboration avec l'industrie.

Singapour



Un diplôme en technologie de l'information de construction (avec un fort accent sur le BIM) est disponible pour les étudiants de premier cycle mais aussi un diplôme de spécialiste en modélisation de l'information du bâtiment qui est également disponible pour les professionnels.

Les programmes/workshops suivants sont disponibles pour les professionnels :

- Modélisation BIM (architecture)
- Modélisation BIM (Structure)
- Modélisation BIM (MEP)
- Management BIM
- Planification BIM (développeurs et FM)

Le Building and Construction Authority (BCA) a publié un ensemble de guides (Singapore BIM Guide, BIM Essential Guide for Adoption in Organisation...). Afin d'encourager la sensibilisation et la transition vers le BIM, des concours sont organisés pour les professionnels et des compétitions pour l'ensemble des professionnels et étudiants.

Royaume Uni



Le BIM est en train de se généraliser dans les différents niveaux de l'enseignement supérieur, mais il y a peu de cohérence. Il s'agit principalement d'initiatives locales et isolées qui ont un intérêt particulier pour le domaine du BIM et ont conscience de son importance dans la formation des professionnels. Au cours des dernières années, un certain nombre de programmes spécifiques BIM ont vu le jour. Néanmoins, en dehors des disciples de l'architecture et de la construction, il y a un faible intérêt pour l'implémentation du BIM dans l'enseignement dans l'ensemble des disciplines liées à l'environnement bâti. De plus, l'adoption de logiciels BIM dans les établissements d'enseignement supérieur est dominée par le trio de Revit, Navisworks et SketchUp, avec une

variable à choix limité.

En 2011, le BIM Academic Forum a été formé, composé d'un groupe de représentants d'un grand nombre d'universités britanniques, dans le but de mener une collaboration dynamique pour renforcer et promouvoir l'enseignement et l'apprentissage avec les aspects de recherche du BIM, ainsi que d'établir un lien entre les exigences de l'industrie et l'éducation BIM dans les établissements d'enseignement supérieur. De plus, de nombreuses initiatives de diffusion de cours, d'événements et de conférences, sont tenues à travers tout le Royaume Uni sur le thème du BIM dans un but éducatif.

Un rapport national publié en 2015 du NBS fournit une bonne image de l'état actuel du BIM au Royaume Uni : 95% des répondants étaient sensibilisés au BIM et 48% utilisent actuellement le BIM.

L'éducation BIM et la prise de conscience / assimilation BIM sont encore à différents niveaux de mise en œuvre à travers le monde, même si l'adoption du BIM est en hausse et déjà très largement choisie par les acteurs du domaine AEC. Cependant, il semblerait que le niveau d'éducation BIM a progressé, quoique lentement, depuis quelques années.

La formation reste encore trop ciblée sur la pratique des logiciels BIM, alors que la culture BIM, la gestion et la collaboration, semble être encore à ses balbutiements. Cependant, un petit nombre d'établissements d'enseignement supérieur commence à inclure ces concepts dans leurs programmes d'études, cela restant souvent à l'initiative d'établissements et surtout d'enseignants qui sont moteurs dans la transformation de l'industrie du BTP. Il y a en effet peu de programmes nationaux visant à imposer le BIM dans les enseignements, ce qui en empêche la généralisation mais il est évident que l'enseignement du BIM est en train d'avancer dans la bonne direction. Un obstacle perdure néanmoins avec la pénurie actuelle d'enseignants

expérimentés sur la pratique et il nous est fait état de la résistance des formateurs à améliorer leur savoirs et leurs compétences et à modifier leurs habitudes pour incorporer le BIM dans leur enseignement.

La corrélation entre l'obligation BIM dans le pays et la bonne implémentation de la pratique dans l'enseignement n'est pas attestée, en effet, nous remarquons une certaine homogénéité dans les pratiques pédagogiques dans l'ensemble des pays mis en avant mais elle n'est en aucun cas le reflet d'une quelconque obligation gouvernementale.

II.1.2 Spécifique à la France

II.1.2.a L'implémentation du BIM dans les formations initiales

L'intégration des pratiques BIM dans l'enseignement des métiers du BTP en France est relativement disparate. Si nous cherchons du côté de l'éducation nationale, seul deux référentiels de bac pro ont été revu en 2011, et spécifient pour l'un l'usage de la maquette numérique, pour l'autre la pratique du BIM. Il y a là pourtant, un décalage, puisque l'examen du bac pro pour l'année 2018 exige l'utilisation et les connaissances du BIM.

Nous allons voir, dans la suite de cette recherche, que l'usage du BIM dans les enseignements est souvent à l'origine d'une initiative personnelle d'un ou plusieurs enseignants conscients de la problématique du marché et soucieux d'apporter une base concrète à l'insertion professionnelle de ses apprenants. En faisant un état des lieux de nombreux établissements d'enseignement du BTP, nous remarquons que la grande majorité des enseignants restent prudent avec l'engouement du BIM ; certains ne savent pas ce que c'est, d'autres se sentent dépassés par toutes ces informations. Ils sont néanmoins en demande de formations, car il leur semble impossible de transmettre ce qu'ils ne maîtrisent pas. Lorsque l'on se place du côté des apprenants, leur intérêt est vif, car l'actualité, pour ceux qui la suivent est emplie de ce nouveau processus, et souhaitant se démarquer pour optimiser leur future recherche d'emploi, la demande en formation est grandissante.

Mastère Spécialisé® BIM, Conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures, ESTP, Paris

La création du Mastère spécialisé BIM de l'ESTP est une réponse à la sollicitation des organisations professionnelles du bâtiment. Là où, dans les formations classiques qui intègrent le BIM, les acteurs travaillent entre même profils, l'objectif de cette nouvelle formation est de réunir des acteurs de différents profils pour leur permettre d'apprendre à travailler ensemble autour de la maquette numérique. Il s'agit d'un enseignement en alternance dispensé sur une année universitaire avec un rythme présentiel de 1 semaine pour 3 semaines en entreprise pour 10 modules théoriques et 1 module pratique en atelier. Si la formation est portée par l'Ecole des Ponts Paris Tech en partenariat avec l'Ecole Spécial des Travaux Publics (ESTP), elle est également issue d'un partenariat entre différents établissements d'enseignement. Nous retrouvons au sein de ce partenariat l'école des Arts et Métiers Paris Tech, l'Ecole Nationale des Sciences Géographiques, le Centre Scientifiques et Techniques du Bâtiment, les Ecoles Nationales Supérieures d'Architecture de Marseille, Toulouse et Paris Val-de-Seine ainsi que l'Ecole Supérieure d'Economie et Techniques de Construction (ECOTEC). Le programme pédagogique a été créé par l'ensemble des enseignants du réseau, dont ces derniers sont les intervenants qui animent les modules de formation.

La formation trouve son innovation tant sur le fond que sur la forme, si elle réunit des acteurs de divers profils, jeunes diplômés mais aussi professionnels séniors, elle se développe aussi

selon une temporalité différente d'un enseignement en alternance classique. Les modules théoriques, organisés en cours et séminaires par les différents enseignants des établissements partenaires, sont en grande partie assurés en présentiel dans les locaux de l'ESTP ou bien des établissements du réseau, une partie significative correspondant à un volume de 50 heures est organisée à distance via une plateforme de formation en ligne. Les contenus de celles-ci sont alimentés par les enseignants eux-mêmes, ce qui permet aux apprenants de revenir plus facilement sur les éventuelles incompréhensions des supports de cours à distance. Une autre innovation de cette formation réside dans les outils mis à disposition des acteurs de la formation. Après un an d'existence, la formation évolue en dotant l'école d'une salle de formation entièrement dédiée au BIM ; inaugurée en octobre 2015, celle-ci peut accueillir 80 personnes pour une surface de 180 m², elle est équipée de 40 ordinateurs et d'une trentaine de logiciels métiers spécifiques, 90 écrans, des tableaux muraux interactifs et une imprimante 3D complètent cet équipement, l'ensemble étant relié à un poste central de supervision et de pilotage. Tout ce matériel, réparti en 13 espaces de travail collaboratifs, permet notamment la pratique en mode projet avec l'objectif de créer de la cohésion entre l'ensemble des alternants et de mieux travailler ensemble.

La formation comporte donc de nombreux atouts qui en font une réussite, elle accueille chaque année de nombreuses demandes pour y entrer : 36 participants en 2014-2015 et 72 en 2015-2016. La démarche « travailler ensemble » y est soigneusement développée en entretenant un partenariat étroit avec le monde professionnel du secteur et en privilégiant au maximum la diversité et l'expérience des participants mais aussi de ses formateurs. Il s'agit, en un an, d'enrichir son parcours mais aussi de partager une vision globale et d'apprendre à travailler en collaboration avec l'ensemble des profils que comprend le secteur de la construction.

Le Mastère Spécialisé® Management de projets de construction option BIM et maquette numérique

Si comme le Mastère spécialisé de l'ESTP, le CESI a créé une formation qui apporte des compétences complémentaires nécessaires à la pratique du BIM, celle-ci n'est pas uniquement appuyée sur l'apprentissage du BIM et de la maquette numérique. Le CESI, pour répondre aux enjeux actuels du secteur, propose un Mastère spécialisé en management de projet de construction comprenant 5 options, dont « BIM et maquette numérique ». Initialement créé au CESI de Nanterre en octobre 2015, la formation s'est développée à plusieurs campus CESI au niveau national. Celle-ci est aujourd'hui proposée dans les villes de Paris-Nanterre, Bordeaux, La Rochelle, Montpellier et Strasbourg. Si cette formation n'est pas 100% BIM contrairement à celle de l'ESTP, elle a donc l'avantage de son développement géographique, offrant donc une possibilité d'implémenter le BIM dans les structures en dehors de la capitale.

La formation, dispensant un diplôme de titre I RNCP, se déroule sur une durée de 1 an et se finalise par la soutenance d'une thèse professionnelle attestant d'un travail de recherche approfondi sur la thématique du BIM et de la maquette numérique. L'alternance, avec un rythme de 1 semaine sur le campus et 3 semaines en entreprise est un prérequis indispensable à la participation, car l'année de formation et la concrétisation de la thématique de recherche choisie est fortement conditionnée par l'entreprise. Tout comme l'ESTP, la formation est ouverte à l'ensemble des acteurs du bâtiment, les profils complémentaires sont là aussi vivement souhaités pour permettre aux apprenants de dépasser leurs propres compétences

et d'enrichir leurs savoirs. L'année de Mastère spécialisé est organisée autour de 3 modules constituant le tronc commun et 6 modules pour l'option BIM

L'objectif du CESI étant de former des cadres aptes à la conduite d'un projet BIM, le tronc commun est le complément naturel à la pratique du BIM dans la gestion de projet. Ce référentiel est commun à l'ensemble des Mastères spécialisés MPC option BIM et maquette numérique, néanmoins, le fonctionnement diffère quelque peu, principalement dû aux équipements présents sur les différents campus, mais aussi à la diversité des formateurs dispensant les cours. Ainsi le CESI de Paris-Nanterre organise une semaine spécifique au projet BIM sous la forme d'un workshop, ce qui n'est pas le cas des autres campus. Cette formation est destinée à s'étendre dans tous les campus qui seront en capacité de l'accueillir avec l'objectif d'être présent sur l'ensemble du territoire français.

Ces formations spécifiques à l'apprentissage du BIM reprennent l'ensemble des 3 sens que revêt le « M » du BIM, abordant ainsi de nombreuses compétences indispensables à la pratique du BIM et au bon déroulement de son processus. Les modules de formation traitent de la création du modèle numérique, mais aussi des relations entre les fichiers et le contrôle de la base de données, enfin, la gestion de projet, la collaboration et les acteurs qui y participent.

A la sortie de ces formations, deux profils distincts se démarquent alors. Quand les premiers continueront leur carrière professionnelle dans leurs fonctions mais avec des compétences complémentaires, voire un nouveau rôle, les seconds auront vocation à prendre une place bien spécifique dans le processus BIM, une aide plus spécialisée à l'organisation du travail autour du modèle numérique. Nous trouvons alors les BIM manager, les chefs de projet BIM ou encore les responsables de projet BIM, ces nouveaux métiers qui fleurissent mais qui demandent des compétences spécifiques et qui ne peuvent s'improviser.

II.1.2.b Initiatives collaboratives dans l'enseignement

Néanmoins, face à ces questionnements sur la manière de transmettre le BIM, certains établissements ont pris le devant et rénovent leurs formations ou en proposent de nouvelles, plus en adéquation avec les besoins actuels des entreprises du secteur. Je propose alors la présentation de 3 initiatives dont la prise en compte du BIM me semble remarquable, deux d'entre elles sont le résultat d'initiative enseignante, la dernière, est à l'instigation d'étudiants de bac pro.

Partenariat Inter-école : ENSA Paris Val de Seine et ESITC Caen

Une nouvelle pédagogie de projet a été expérimentée l'année passée entre l'école nationale supérieure d'architecture Paris Val de Seine et l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs des Travaux de la Construction de Caen. Il s'agissait alors d'apporter une pédagogie orientée projet collaboratif pour les étudiants de 4^{ème} année. Le projet est mené dans le cadre d'un séminaire de Master 1 de l'ENSA et de 4^{ème} année de l'ESITC, cette collaboration est possible car les deux établissements partagent une unité d'enseignement nommé « de la maquette numérique au BIM ».

ENSA PVS : les enseignements proposent d'aborder la maquette numérique à partir de la 2^{ème} année de licence, après avoir abordé en 1^{ère} année les fondamentaux de la DAO, modélisation 3D et traitement d'image. Les deux dernières années de licence sont donc le support de la modélisation BIM ainsi que de l'utilisation de la maquette numérique.

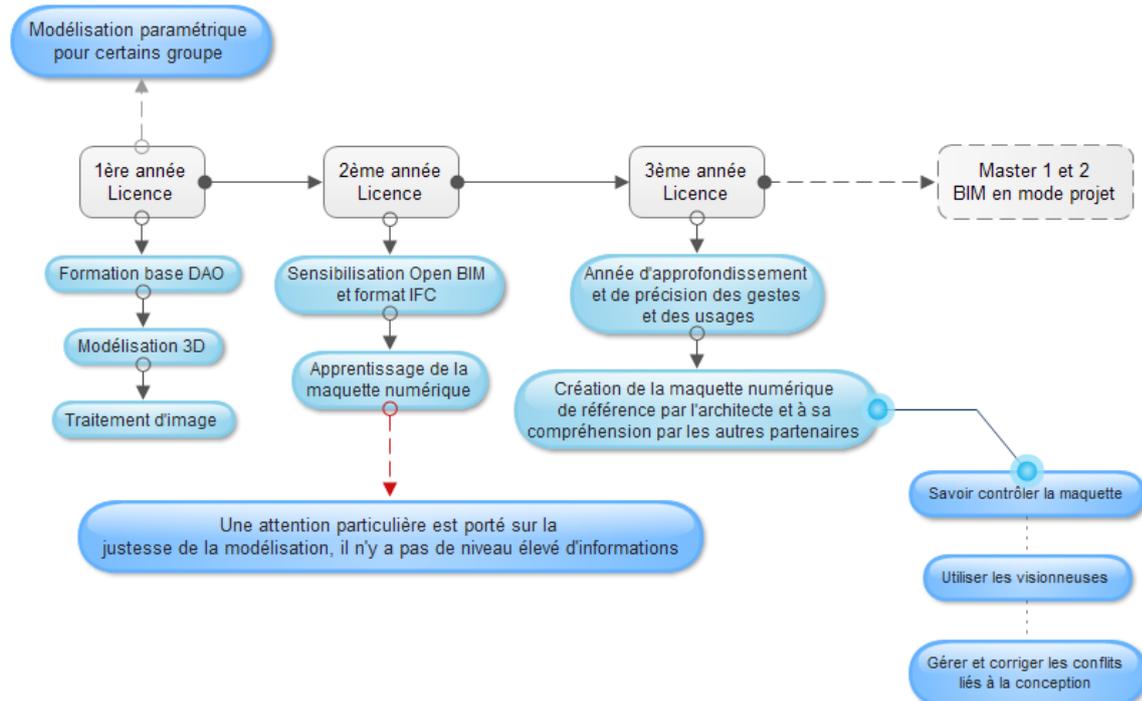


Figure 19 - Schématisation de l'implémentation du BIM en fonction du niveau des apprenants

ESITC Caen : Les étudiants de l'école sont eux, sensibilisés à la maquette numérique et au BIM depuis leur première année, avec l'objectif de répondre aux besoins présents et à venir des professionnels du BTP. L'ensemble des étudiants est formé à la modélisation des structures et des systèmes, ainsi qu'à l'exploitation des modèles selon les besoins et par corps de métiers. Ainsi, la maquette numérique est le support pour la réalisation des études techniques, mais aussi pour l'organisation et la gestion des chantiers. Cet apprentissage est réalisé en parallèle aux apprentissages traditionnels des ingénieurs, mais l'accent est mis sur la compréhension des activités de l'ensemble des acteurs du projet avec pour objectif de pouvoir travailler dans un processus collaboratif.

Pour les formateurs de ces deux établissements, le BIM n'est pas une option, les nouvelles générations d'apprenants doivent être confrontées au BIM et à la maquette numérique pour être en adéquation avec la demande du marché.

L'expérimentation du processus de projet BIM inter-établissement est donc menée avec un groupe de 7 étudiants architectes et 12 étudiants ingénieurs (répartis par groupe de 2 étudiants architectes et 3 étudiants ingénieurs). Sur la base d'une série de projets proposés par les apprenants architectes pour chaque groupe en phase concours ou APS, les apprenants ingénieurs doivent mener les études dans une approche collaborative afin de conduire le projet vers la phase pro. Le rôle des enseignants est alors de prendre la place du MOA qui doit être convaincu de la pertinence des choix effectués. Chaque groupe construit alors son parcours d'apprentissage et de collaboration en fonction de son projet. La mise en commun permet de confronter les méthodes.

Le travail de collaboration inter-école se déroule sur un semestre, à raison de 1 journée par semaine. Le déroulement de cet enseignement s'organise selon 4 cycles de rendu, chacun de ceux-ci est constitué de 3 semaines allant de 'en cours' à 'publié', ainsi le projet se réfère au mode de projet réel et permet aux étudiants d'être sensibilisé au processus de travail

collaboratif. Lors des semaines de publication, une séance de 3 heures en visio-conférence est organisée, elle permet d'échanger ensemble sur les projets, simulant un travail de synthèse.

Mars					Avril				Mai			Juin
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	
02-mars	09-mars	16-mars	23-mars	30-mars	06-avr	13-avr	20-avr	27-avr	04-mai	11-mai	18-mai	01-juin
WIP	SHARE	PUB	WIP	SHARE	PUB	WIP	SHARE	PUB	WIP	SHARE	PUB	
ARC Lancement	Convention BIM	ARC Rendu1	STR Lancement		STR Rendu1			ARC R2 STR R2	MEP Lancement	MEP R1 MEP R2	ARC STR MEP R3	Examens / Préparation soutenance
APS			APD					PRO				Soutenance à l'ENSA Paris Val de Seine
1	Constitution des groupes à l'ESITC CAEN	2	3	4	5	6	Congés ESITC	7	8	2 jours intensifs	9	
1		2	3	4	Semaine intensive	Congés ENSAPVS	5	6	7	8	9	

Figure 20 - Calendrier de l'expérimentation inter-établissement

Dans le cadre d'une collaboration entre l'ENSA PVS et le Mastère spécialisé BIM et du partenariat avec la plateforme des formations BIM pilotée par l'école des Ponts, un espace numérique a exceptionnellement été ouvert pour cet expérimentation, ainsi, un environnement d'enseignement à distance et un accès à un ensemble de ressources communes étaient mis à disposition.

La mise en pratique de cette pédagogie, même si elle reste complexe à créer, donne un résultat très positif. Les enjeux du BIM sont clairement compris et la mise en situation dans un projet réel et collaboratif permet de développer les compétences essentielles au processus BIM. Les apprenants sortent de cette expérience plus aguerries aux pratiques réelles des professionnels du secteur avec une connaissance plus large de l'ensemble des acteurs de la chaîne du projet.

Nouvelle formation : Licence professionnelle Bâtiment et Construction GEO 3D – Conception et exploitation des maquettes numériques pour les ouvrages du BTP – Université de Pau et des Pays de l'Adour

Les différentes formations dispensées par les établissements du BTP de la Côte Basque forment un large panel de compétences métiers indispensables et complémentaires :

- L'ISA BTP (Institut Supérieur Aquitain du Bâtiment et des Travaux publics), filière de formation d'ingénieurs du BTP
- Le lycée Cantau forme des techniciens supérieurs de la grande majorité des corps de métiers du bâtiment
- L'Université de Pau et des pays de l'Adour forme des étudiants en licence de géographie et aménagement, licence sciences et technologies mention informatique
- Le CFA public de la côte basque propose un BTS Géomètre Topographe (rénové récemment pour prendre en compte les évolutions des technologies d'acquisition et de traitement des données 3D), une licence professionnelle bâtiment et construction spécialité management, reprise et création des PME du BTP

La Licence professionnelle GEO 3D s'inscrit alors dans un ensemble local d'offre de formations du secteur du BTP en Aquitaine et permet d'obtenir une qualification de niveau II. Cette formation, accessible à partir du niveau BAC+2 et disposant de 16 places, est dispensée dans les locaux de l'IUT de Bayonne ainsi qu'au lycée Cantau et compte 450 heures d'enseignement, 150 heures de projet tutoré ainsi qu'un stage en entreprise d'une durée de 23 semaines. Les

enseignements sont délivrés à 35% par des enseignants de UPPA (IUT Bayonne et ISABTP), 35% par des enseignants du lycée Cantau d'Anglet et 30% par des professionnels.

Le schéma suivant représente les 11 unités d'enseignements de la formation :

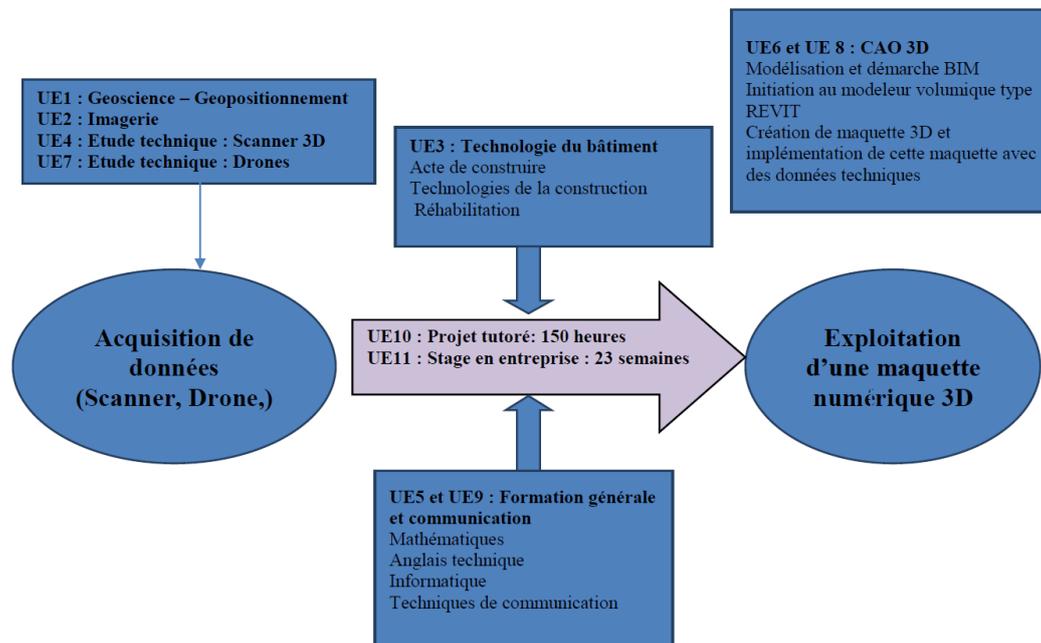


Figure 21 - Schématisation des 11 unités d'enseignement

La formation proposée offre une grande richesse du fait de la diversité du parcours des apprenants, mais aussi par la complétude du programme qui trace l'ensemble du processus depuis la modélisation de l'ouvrage, jusqu'à l'appropriation du modèle numérique et son utilisation. Le travail en collaboration, bien que difficile à mettre en œuvre, est l'un des objectifs primordiaux. Pour cela, 2 séances de travail de 2h sont proposées en début de formation, afin de leur faire appréhender la collaboration mais également de leur apprendre à structurer leurs méthodes de travail. Les différents travaux sont amenés sous la forme de jeux de rôle, permettant à chacun de percevoir et de comprendre les différents rôles durant le processus. L'évaluation portant sur la coopération et non pas sur les livrables, les apprenants se concentrent sur l'appropriation de la méthodologie de travail. Pour mener la formation de façon efficace et réaliser le travail à distance et de manière asynchrone, une plateforme VDI a été créée et l'ensemble des outils y est disponible, tous les logiciels tournent sur un serveur. De plus, pour accompagner la mutation technologique continue, les différentes technologies numériques sont abordées, comme par exemple la VR/AR. Cette formation est une réussite car la demande de la part des entreprises est grandissante, elle n'est cependant pas proposée comme « formation BIM », peut-être est-ce là, la clé de la généralisation du BIM : expliquer les apports du processus plutôt que de vendre du BIM.

Lycée Rosa Parks, La Roche-sur-Yon : Travail collaboratif pour un groupe de Terminale EBA AA en partenariat avec l'Afrique du Sud : « un habitat pour tous ». Projet défendu au concours Batissiel plus 2018 (que je présenterai dans la suite de ce travail).

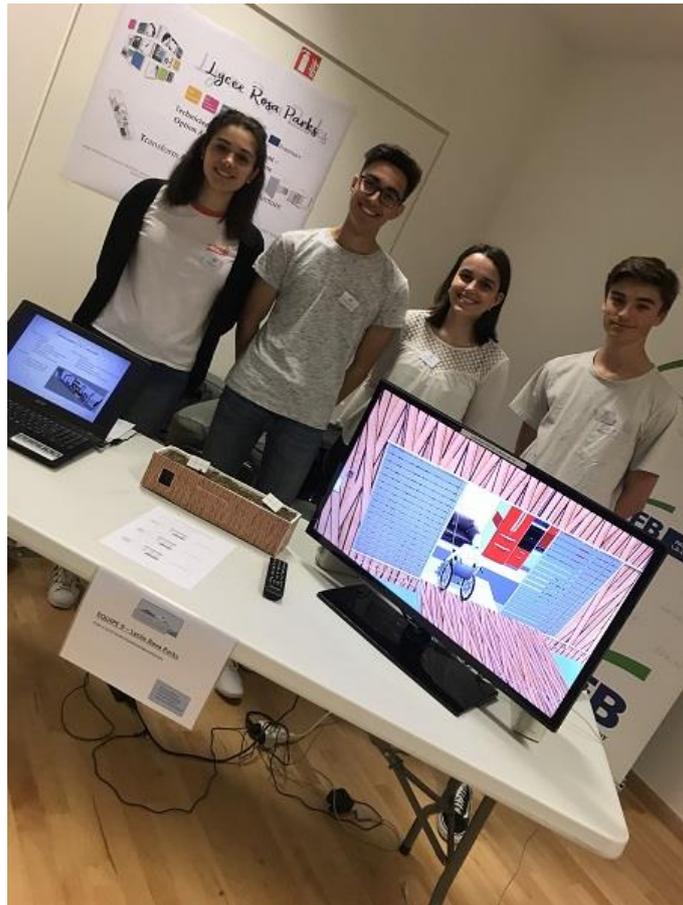


Figure 22 - Projet "Un habitat pour tous" finaliste du concours Batissiel Plus 2018

François Lagleize, enseignant dans le domaine énergétique au lycée Rosa Parks de la Roche-sur-Yon a été envoyé en mission en Afrique du Sud pour l'année 2017-2018 afin d'enseigner à la « Nelson Mandela Metropolitan University » à Port Elizabeth mais aussi à l'Eastcape Midlands TVET Collège de Uitenhage (l'équivalent de nos lycées professionnels). Lors de cette mission, nommée « mission Jules Vernes », M. Lagleize va enseigner la mécanique des fluides à des élèves ingénieurs mais aussi un important module autour du BIM. Il souhaite alors, lors de l'année, développer des liens entre le lycée français Rosa Parks et les deux établissements d'Afrique du Sud pour travailler de manière collaborative avec les sections technologiques. Il propose alors la création d'un club BIM comme action pédagogique, ouvert aux étudiants des 5 départements d'enseignement différents d'Afrique du Sud et souhaite réaliser la même chose au lycée Rosa Parks à son retour en France. Il annonce alors aux étudiants, sur le site du Club BIM :

I propose (but it's you who decides)

4 hours lecture for all the students at the beginning of the year 2018:

BIM and Workshop with the viewers- basic skills to become a technician of the 21 ST century

A 2 or 3 hours slot at the same time in the computer lab each week to support the students and to permit to all the voluntary students to be involved in the BIM society.

Tomorrow, I'll propose the same in the Uitenhage TVET.

Opportunity to work together? More ??????????

Une classe de 15 étudiants ayant entendu parler du concours Batissiel plus a décidé de participer. Est venu alors la problématique des containers, le BIM a alors été instauré dans le projet, car ils ont souhaité s'investir dans les technologies nouvelles qui vont pouvoir leur servir par la suite.

Projet « Un habitat pour tous »

La volonté de M. Lagleize de créer des actions de collaboration inter-école, inter-niveaux et internationaux a donné l'opportunité aux élèves de la classe du lycée Rosa Parks de pousser leur projet et l'expérimentation du BIM à une échelle supérieure et de lui donner plus de réalité.

Depuis la modélisation du terrain à partir des éléments cadastraux, jusqu'à la modélisation du projet, le BIM a permis à chacun des élèves de travailler sur le projet de manière individuelle mais aussi collaborative, ils ont acquis autant l'autonomie que la pratique collaborative, échange de données entre différents groupes de travail et collaboration. Ils ont alors compris l'intérêt du BIM pour la réalisation de projet dans un processus de coopération mais aussi pour faciliter la collaboration dans les projets à l'international. Le BIM permet de s'approprier le projet et à tous les acteurs de s'en imprégner.

Lors de ce projet, les élèves ont pris conscience de l'importance de développer des compétences BIM, l'intérêt et les gains de ce processus de travail. Le projet, bien que coûteux en terme de temps au milieu de leurs études, a motivé l'ensemble du groupe et l'a mené jusqu'à la final nationale de Batissiel Plus, qui s'est déroulé le 6 juin dernier au parlement Européen de Strasbourg. Mme Rochedreux, leur professeur d'architecture a souhaité les mettre dans une situation réelle d'agence de conception pour leur faire prendre conscience de l'environnement professionnel en termes de structuration et d'organisation du travail : calendrier, rôles...

L'objectif au niveau enseignement était d'aller au plus près des référentiels nationaux, ceux-ci exigeant dorénavant l'utilisation du BIM dans les examens finaux et de préparer l'avenir des apprenants. Du côté de l'équipe pédagogique, l'objectif résidait dans la coopération entre les enseignants et les matières. Le retour le plus marquant dans cette expérience a été la pratique de l'anglais : le professeur d'anglais était présent tous les mercredis et il a été décidé que pendant ces moments, les échanges oraux se feraient en anglais (environ 7 heures par semaine d'anglais technique). Pour l'anecdote, mme Rochedreux expliquait que les élèves continuaient à communiquer en anglais après le départ du professeur d'anglais, de manière très naturelle. La pratique de l'anglais était indispensable pour collaborer avec les étudiants sud-africains qui ne parlent pas le français. Ils ont par ailleurs expliqué au final que la collaboration à l'international était tout à fait à leur portée. Cela donne une très bonne perspective de cette expérimentation.

La logistique de cette collaboration a été compliquée car le rythme scolaire n'est pas le même entre les deux pays, ils n'ont en effet ni la même année scolaire, ni les mêmes vacances scolaires. Néanmoins, la collaboration entre les établissements va être poursuivie et le projet container va alimenter la formation autour du BIM. Un voyage en Afrique du Sud est d'ailleurs prévu en novembre pour continuer le projet et la collaboration avec les étudiants Sud-Africain.

II.2 Expérimentations pédagogiques centrées sur le BIM

II.2.1 MINnD et EduBIM

MINnD [30], pour *modélisation des informations interopérables pour les infrastructures durables*, est un projet de recherche et de développement collaboratif qui a été initié en mars

2014 pour favoriser le BIM dans les infrastructures [8]. En effet, si le processus BIM bénéficie jusque-là de recherches ciblées sur le bâtiment, les travaux publics sont encore peu touchés. Le projet est coordonné par l'IREX (Institut pour la recherche appliquée et l'expérimentation en génie civil) et soutenu par le Ministère de la transition écologique et solidaire, il mobilise un grand nombre d'acteurs de tous horizons allant de la conception à l'exploitation d'infrastructures.

Les objectifs sont clairement définis par ses acteurs, il s'agit de « favoriser le développement du BIM pour les infrastructures en améliorant la structuration des données des projets pour des échanges et partages des informations plus efficaces. »

C'est une forte demande de la part du secteur du BTP qui nécessite un développement du BIM qui, pour le généraliser à toutes les échelles, doit nécessairement passer par une réflexion globale sur le marché du BTP et les évolutions de chaque corps de métier, en allant au-delà de l'échelle du bâtiment construit. Il faut penser la ville dans sa globalité en incluant la réflexion du BIM dans les réseaux afin de répondre à des enjeux de plus en plus larges et complexes. Ainsi les travaux spécifiques qui sont menés touchent la collaboration, le partage et l'échange de données. Les travaux sont par ailleurs en cours dans le domaine des IFC pour les étendre aux infrastructures mais aussi sur les échanges entre BIM et SIG.

Dans le cadre du projet MINnD, un premier événement dédié à l'enseignement du BIM a été organisé en 2015 : sont alors nées les premières journées EduBIM [35]. Chaque année, les journées dédiées à l'enseignement du BIM réunissent un ensemble de spécialistes de la pratique. L'objectif est alors de se rassembler autour de thématiques propres aux besoins et compétences des professionnels du BTP afin de mener une réflexion sur les pédagogies d'enseignement du BIM en formation initiale tout comme en formation continue. Ces journées sont organisées en partenariat avec plusieurs associations professionnelles du BTP. Chaque année, un nouvel établissement accueille les journées :

- 2015 : ESITC Caen
- 2016 : ESTP Cachan
- 2017 : CESI de Nanterre
- 2018 : Polytech Clermont Ferrand

EduBIM présente, durant deux jours (un jour de Workshop et une journée enseignement), des travaux d'études qui sont réalisés dans les différents établissements, reprenant alors les initiatives françaises et étrangères, les recherches appliquées au BIM et la maquette numérique. Tous ces apports ont un but de diffusion et de partage de bonnes pratiques sur les logiciels, sur les innovations en matière de numérique, ainsi que le point sur le déploiement du BIM. La journée enseignante est matière à réflexion, sur la base d'initiatives personnelles d'établissements d'enseignement, de collaboration inter-école, de conception de formation, le tout dans un but de mutualisation de connaissances et compétences pour faire évoluer l'enseignement plus rapidement.

II.2.2 Actions BIM à visée pédagogique

Hack'Archi 2018 : le hackathon comme moteur d'innovation

Hackathon : contraction de « hack » et « marathon », il s'agit d'un événement lors duquel des équipes pluridisciplinaires doivent développer un projet sur une période courte (une journée, une nuit, un week-end). L'objectif est de réaliser de manière rapide, sans s'arrêter, une réponse à un sujet spécifique, souvent présenté comme une compétition à l'issue de laquelle un classement est fait par un jury.

L'objectif de cette expérimentation lancé par l'Union Social pour l'Habitat dans le cadre d'un appel à projet 2018 « Lab Architecture » est de promouvoir l'innovation dans l'habitat social [21] [28]. Durant 48h, les bailleurs sociaux, finalistes de l'appel à projet, s'unissent à des étudiants, venant de formations diverses afin de répondre à des défis propres aux bailleurs sociaux en imaginant et proposant des solutions innovantes. Cette nouvelle édition s'est déroulée les 23 et 24 mars 2018 au fablab Villette Makerz à Paris. Parmi les 11 finalistes, Lyon Métropole habitat proposait comme défi une « Réhabilitation BIM de résidences à Oullins ». Sur la base d'un programme de réhabilitation, le bailleur social présente un dossier aux étudiants qui collaboreront sur le projet lors du hackathon, reprenant les objectifs du projet : scan du bâtiment, réalisation des états des lieux à partir de la maquette numérique ou encore visite virtuelle à destination des futurs locataires. Il s'agissait alors pour les étudiants de mener une réflexion sur la plus-value du modèle 3D et du BIM.

Nous voyons donc à partir des demandes des professionnels du bâtiment, en particulier des bailleurs sociaux, que le BIM est une préoccupation majeure sur laquelle les étudiants peuvent être un précieux appui.

Batissiel plus 2018

BATISSIEL est un concours créé en 2005, rénové cette année pour devenir BATISSIEL Plus [34], organisé dans le cadre d'un partenariat entre l'Education Nationale et diverses organisations professionnelles du BTP. Les participants sont invités à réfléchir à une problématique traitant des enjeux majeurs de la construction et de l'aménagement des territoires en vue de proposer des solutions innovantes. Il est à visée large puisque le concours est ouvert aux élèves de collèges, de lycées, mais aussi aux étudiants du supérieur depuis cette année. Les organisateurs encouragent la participation en transversalité, c'est-à-dire le travail en équipe pluridisciplinaire, dans le but de transmettre les savoirs de chacun dans un projet qui a vocation à pousser les limites de la connaissance et des compétences de chaque participant en vue de produire un projet réalisable, voire réalisé. Sa nature volontairement axée sur l'innovation et le numérique ainsi que sur le travail collectif et en collaboration ont naturellement orienté le concours sur l'utilisation du processus BIM pour réaliser le projet, comme en atteste le règlement du concours :

« Le jury sera particulièrement attentif aux solutions présentées, à l'évolution des solutions techniques et à la prise en compte de tout ou partie de la démarche « BIM » (building information modeling ou modélisation des données du bâtiment et des infrastructures). »

La session 2018, qui a été une grande réussite et dont la finale s'est déroulée au parlement Européen de Strasbourg, a conforté l'organisation des futures éditions avec une incitation, voire peut être une obligation de l'utilisation du BIM dans la participation. Il est également question de pérenniser la finale du concours à Strasbourg pour renforcer la forte valeur ajoutée du monde de la construction au cœur de l'Europe. Il n'en serait que favorable à la région de voir grandir des initiatives encourageant alors la pratique du BIM et cela dès le plus jeune âge.

Pour revenir à cette belle édition 2018 dont la thématique générale portait sur le bâtiment et les territoires intelligents, il faut saluer le courage et la ténacité de jeunes (éventuels) futurs acteurs de la construction dans une pratique que certains grands majors peinent à s'approprier. Si l'utilisation du BIM n'était pas imposée cette année, nombreuses sont les équipes à avoir présenté un projet mené dans un processus BIM, timide pour certains,

étonnamment abouti pour d'autres. Une initiative particulièrement intéressante a d'ailleurs été présentée dans les pages précédentes.

Alors si un élève de 3^{ème} peut comprendre et mettre en pratique ce processus, pourquoi alors tant d'entreprises échouent à cette mise en route ?

WINNOV'2018

Identifié comme « l'innovation au service de l'apprentissage », Winnov'2018 [31] constitue la première pierre de 18 projets emblématiques concrets de Transform'BTP, le nouveau plan stratégique du CCCA-BTP. Il s'agit d'un challenge d'idée qui a pour but l'émergence de projets grâce à une démarche d'innovation ouverte et collaborative. Les équipes participantes, constituées d'acteurs du réseau de l'apprentissage BTP et de ses partenaires, proposent leurs idées sur une des 8 thématiques proposées sur une plateforme numérique. Le jury, au regard de critères prédéfinies, sélectionne des projets dont la concrétisation est possible mais aussi qui participe à la dynamique de transformation et de promotion du CCCA-BTP et de son réseau.



Figure 23 - Visuels présentant le challenge d'idées Winnov'2018, source : <http://www.thalamus-ic.fr/projets/ccca-btp/accompagnement-strategique-pour-le-challenge-dopen-innovation>

Si ce concours semble être un parmi la multitude de challenges proposés dans l'éducation aujourd'hui, celui-ci engage volontairement une démarche collaborative comme cela est précisé dans le règlement :

« La constitution d'équipe au caractère transversale, pluridisciplinaire et complémentaire (organisme, fonction, situation géographique, etc.) est vivement encouragée. »

Le réseau de l'apprentissage évolue donc et s'engage résolument vers des méthodes de travail indispensables à la pratique du BIM. Le numérique éducatif est d'ailleurs un des projets caractéristiques de Transform'BTP, qui intègre les outils existants avec la volonté de former les professionnels de demain à acquérir les compétences numériques nécessaires. Nous notons un vif intérêt pour le BIM puisque, parmi les équipes participantes et les projets concourants, 10 portaient sur le BIM, tout autant que pour le jury ayant désigné le lauréat à l'un d'eux décernant le Grand prix Winnov'2018 au projet « Du virtuel au réel », dont voici la présentation de l'un des membres de l'équipe :

« Nous avons développé une nouvelle pédagogie, qui suit un protocole BIM, au travers duquel nos groupes métiers collaborent autour d'un même projet, en ayant comme socle commun une maquette numérique. Et, pour que nos apprentis y perçoivent du sens, notre projet va jusqu'à construire ensemble, en réel, une partie de cette maquette numérique. Mettre en place ce

protocole, par l'utilisation de logiciels et d'outils numériques d'aujourd'hui, créé de l'appétence pour nos jeunes, de la curiosité. De plus, en collaborant, en échangeant ensemble pendant des temps dédiés et en construisant ensemble nos apprentis comprennent mieux l'impact de leur travail sur les autres métiers. »

L'impact de ce challenge a été tel qu'il a donné naissance à WINLAB', un laboratoire d'innovation, qui permet ainsi de continuer la transformation du secteur de l'apprentissage dans le BTP en appuyant sur cette dynamique d'innovation. Le nouvel incubateur du CCCA-BTP est orienté veille externe et tourné vers les partenaires extérieurs afin de prévenir les changements de demain et de rester compétitif face à ce monde changeant et de plus en plus complexe.

II.2.3 Dispositif innovant dans la formation

Chaire construction 4.0 à Centrale Lille

Après une collaboration de plus de 15 ans entre Bouygues Construction et Central Lille, avec le soutien du Conseil Régional Hauts de France et Métropole Lille, la Chaire de construction 4.0 a vu le jour [13]. Avec la volonté de mener la transition digitale du secteur ensemble, l'idée a été émise de faire collaborer chercheurs et professionnels afin de faire émerger des solutions innovantes en accord avec les besoins réels du marché. Doté d'un budget de 4 M d'€ sur une durée de 5 ans, dont les $\frac{3}{4}$ proviennent de Bouygues, le programme de recherche de la Chaire comprend 8 thématiques orientées selon 3 axes portant sur les principaux enjeux du BTP du futur :

- Robotisation et automatisation de chantier,
- Optimisation du chantier
- Mise en place de méthodes disruptives pour la conception.

Le programme de recherche de la Chaire est constitué de 8 thématiques, réparties en 3 axes principaux :

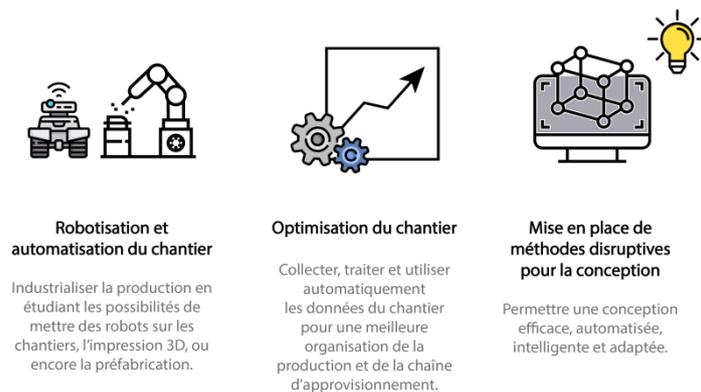


Figure 24 - Les 3 axes principaux du programme de recherche de la Chaire 4.0

Le BIM y trouve bien entendu une place très importante puisqu'il se place comme une réponse aux problématiques majeures du secteur.

Les ambitions de la Chaire sont multiples, outre la volonté du Groupe Bouygues de se développer en tant qu'acteur majeur de l'innovation dans le secteur, c'est une région entière que ce programme tend à élever en faisant de la région Haut de France un modèle de développement de la « construction 4.0 ».

Le secteur du BTP, souvent boudé ou bien choisi par défaut est un handicap fort pour le secteur, mais celui-ci, en se développant dans le numérique pourrait avoir de nouveaux atouts pour le rendre plus attractif aux yeux des étudiants. L'emploi dans le secteur de la construction peut ainsi prendre un nouvel essor pour la région. Pour être pionnier, il faut anticiper.

Le fonctionnement de la recherche au sein de la Chaire de construction 4.0 est novateur. Un travail en binôme pour le pilotage des recherches avec un chef de projet venu de l'entreprise, qui possède un regard très opérationnel et un doctorant qui va pouvoir apprendre sur les besoins de l'industrie, sur le fonctionnement du secteur, va permettre de placer la recherche au plus près des besoins et des processus de l'industrie. De plus, cette approche favorise la coopération entre partenaire de manière transdisciplinaire et interdisciplinaire.

Cette proximité du monde industriel avec le monde académique offre la possibilité à tous de parler le même langage mais aussi d'avoir accès à des informations qui habituellement ne transitent que difficilement entre les deux mondes.

Centre de compétences ESITC Caen

Bénéficiant d'une convention entre l'école d'ingénieurs, le lycée Pierre-Simon Laplace et le Centre de Formation des Apprentis du BTP du Calvados, le centre de compétences ESITC Caen a pu voir le jour. Se sont également associés au partenariat, les Écoles Nationales Supérieures d'Architecture (ENSA) de Paris Val de Seine et Normandie. [19]

L'ESITC est investi depuis plusieurs années sur la thématique de l'enseignement du BIM qu'elle dispense dès la première année du cursus ingénieur. Cet enseignement est graduel et progressif, commençant par la pratique des outils 3D jusqu'à la mise en situation réelle en mode projet. L'école d'ingénieurs a d'ailleurs ouvert dès 2010 un Mastère spécialisé « Expert en Eco Matériaux et Conception BIM » qui permet d'acquérir des compétences en matière de BIM, de Lean management et de matériaux biosourcés.



Figure 25 - Centre de compétence de l'ESITC Caen

Soutenu par l'académie de Caen et la Région Normandie à travers le projet BIMLAB mais aussi les fédérations professionnelles, l'ESITC Caen a ouvert, en février 2016, le premier centre de compétence dédié au BIM. Ce centre de compétences comprend entre autres deux salles équipées de 98 terminaux en réseau et interconnectés, dans un objectif de collaboration sur de grands projets avec des partenaires français mais aussi à l'international. Ces locaux sont destinés aussi bien à la formation initiale qu'à la formation continue.

Avec le défi d'apporter aux étudiants de plusieurs établissements de l'académie de Caen l'apprentissage nécessaire à la pratique du BIM, le territoire de Normandie a décidé de déployer un ensemble de formation BIM complémentaires à différents établissements de la région. Ces enseignements complémentaires se place du CFA au bac plus 5.

Il est en effet indispensable de former au mieux les futurs professionnels du BTP aux enjeux actuels dont la numérisation du BTP est un des principaux.

Ce partenariat se développe selon 3 axes :

- Une utilisation d'équipements spécifiques à la pratique de la maquette numérique et du BIM
- La mise en place de projets collaboratifs avec les étudiants des différents établissements (et de profils métiers différents)
- La création de groupes de travail autour de l'enseignement de la maquette numérique (méthodes pédagogiques, choix des outils...)

La Normandie a été le territoire pilote sur le plan national dans l'enseignement du BIM.

Preuve de l'efficacité de l'enseignement BIM dispensé à l'ESITC, un groupe d'élèves de l'école a décroché le « prix spécial » du jury pour sa démarche BIM dans la catégorie dédiée aux étudiants pour le concours du « Grand prix de l'ingénierie 2017 ». Ils ont réalisé un travail d'étude sur une friche industrielle au Havre dans une démarche BIM et transposable sur le site de l'exposition universelle.

« Le Village global de l'Exposition universelle 2025 est un projet futuriste et ambitieux. Afin de mettre sur pied ce projet audacieux, il nous a semblé indispensable d'utiliser un concept qui répond aux enjeux de notre époque, le BIM. Pour développer ce projet, nous avons composé une équipe plurinationale et multidisciplinaire. Afin de tirer profit des connaissances et du parcours personnel de chacun. Nous avons souhaité utiliser le BIM tel qu'il est utilisé en entreprise, chaque membre de l'équipe ayant une fonction claire et définie au sein du projet. », évoque Martin Ménard, élève ingénieur en 5ème année.

L'équipe était composée de 8 élèves : Anna BOSTR OM de l'université d'Edimbourg (Ecosse), José GARCIA, Alonso GONZALEZ et Samuel PAREJA de l'université de Grenade (Espagne), Samuel ANTHORE, Alexandre HUREL, Simon MAHIET et Martin MÉNARD de l'ESITC CAEN (France).

Plateforme ESTP

Vrai atout du MS BIM de l'ESTP, comme cité précédemment, la plateforme de formation BIM tient ses origines des cours « maquette numérique » UNIT initialement prévus pour l'ENCP, l'ENSA Marseille et le CSTB. Avec la demande des associations professionnelles du secteur en 2012, la décision a été prise de créer une plateforme dédiée au BIM selon 4 axes de développement :

- Bibliothèque et plateforme de formation à distance BIM
- Mastère spécialisé « BIM, conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures »
- Déploiement en formation initiale
- Déploiement en formation continue



Figure 26 - Objectifs de la plateforme de formation

Les conditions étaient particulièrement favorables pour le démarrage de la plateforme. Outre la demande des associations professionnelles, un établissement fédérateur, un réseau d'experts enthousiastes, le projet bénéficiait d'un soutien financier mais aussi méthodologique avec la cellule TICE de l'ENPC.

En 2016, le catalogue des ressources est diffusé sur la plateforme qui centralise les informations et diffuse le contenu : cours commenté, exercices, Rich media... Accessible avec une identification personnelle, des supports introductifs à différents logiciels, des conférences filmées, des supports de cours des différents partenaires. La plateforme apporte aux apprenants les avantages d'une pédagogie inversée, ils peuvent ainsi prendre connaissance de certains éléments de cours avant de réaliser leur semaine présentielle et ainsi en débriefer avec les enseignants ou entre participants. Mais également le bénéfice d'une organisation facilitée, puisque les cours à distance peuvent être suivis quand et où ils le souhaitent. Ce projet impose également aux formateurs de structurer les cours. L'improvisation n'est pas permise puisque le support est créé pour être diffusé en ligne, ce dispositif atteste et assure une certaine qualité des supports d'enseignement.

Le bilan des premières années de vie de la plateforme est favorable pour les enseignants et les partenaires, malgré une adaptation lente dans les premiers temps d'existence. Néanmoins, celle-ci permet une montée en compétences des formateurs qui étaient accompagnés par la cellule TICE pour produire et diffuser le contenu sur la plateforme. Pour les apprenants, l'appropriation a été réelle, elle permet selon certains retours d'aller plus loin dans les recherches d'informations, mais les bénéfices les plus marqués concernent l'organisation et l'adaptation du temps de travail et ainsi la conciliation plus aisée de la vie professionnelle, étudiante et familiale. Preuve du succès de la plateforme sur les apprenants, ceux ayant terminé la formation sont en demande pour continuer à y accéder afin de revoir les contenus ou bien de poursuivre leur montée en compétences.

Projet BIM Game, académie de Besançon

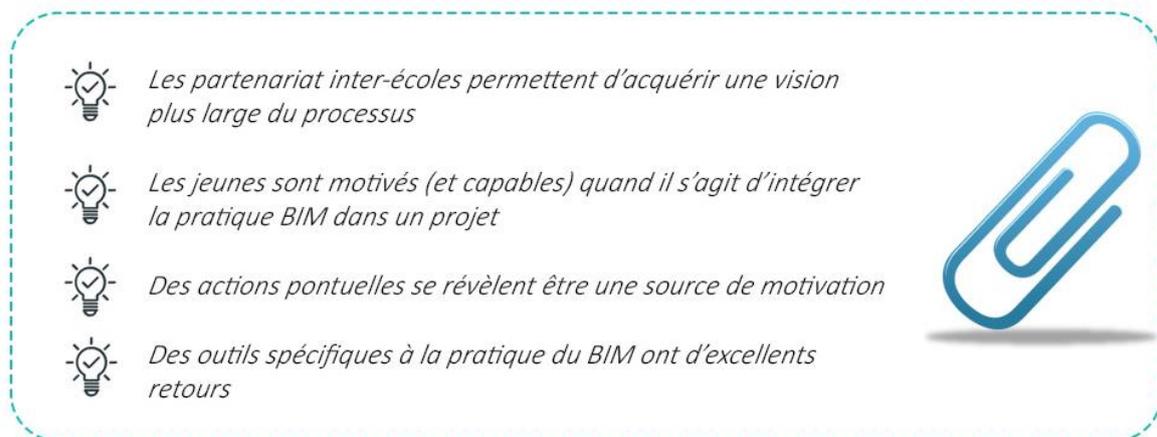
Les projets de construction étant de plus en plus complexe, leur portée s'étend plus naturellement hors des frontières nationales, il devient donc urgent d'homogénéiser la formation pour que l'ensemble des acteurs internationaux parlent le même langage. La collaboration, fondement du BIM requiert d'admettre et de comprendre les différences culturelles et professionnelles selon les catégories d'acteurs mais aussi des rôles de chacun. Les pays européens ont la même problématique sur le sujet du BIM, il s'agit pour tous de réfléchir à la meilleure méthode pour implémenter et transmettre cette culture du BIM à l'ensemble des acteurs du secteur de la construction.

Le projet BIM Game ou comment « jouer à construire le 21^e siècle », porté par le Groupement d'Intérêt Public Formation Tout au Long de la Vie (GIP FTLV) de l'académie de Besançon et

financé par Erasmus+, porte sur la conception d'une plateforme de formation qui repose sur des scénarios de projets réels. Le public visé par ces formations est large puisqu'il inclut l'ensemble des futurs acteurs d'un projet de construction (architectes, géomètres, ingénieurs, économistes de la construction...). L'objectif étant, grâce à des scénarios établis sur les projets et méthodes de travail les plus réels possibles, de leur fournir un outil afin de tester les processus ensemble pour leur permettre d'accueillir au mieux la transition numérique et ses enjeux. Le BIM ayant pour pilier la pratique collaborative, il est donc indispensable de les former ensemble. Pour cela l'équipe projet comprend des acteurs de diverses horizons, tant au niveau géographique (étendue européenne) que du point de vue des profils :

- GIP FTLV
- Pôle Energie Franche-Comté
- Université Castilla, La Mancha (Espagne)
- Datacomp (éditeur, Pologne)
- Université Jade Hochschule (Allemagne)
- Lycée du bois, Mouchard
- Faculté d'architecture de Liège (Belgique)
- Université Bergische de Wuppertal (Allemagne)

Le commencement de l'aventure est marqué le 1^{er} septembre 2016, et ce pour une durée de 3 ans. Le déroulement du projet est ponctué de rencontres transnationales, dont la première a eu lieu à Wuppertal. Ces rencontres, dont les premières se sont articulées autour de la définition du BIM et d'une vision commune, de ses usagers ainsi que des besoins du secteur, sont l'occasion de préparer l'implémentation du BIM dans les référentiels de formation et de les affiner pour les mettre en adéquation avec l'utilisation des formateurs usagers de la plateforme. Les réunions sont marquées par la suite sur la préparation des scénarios rencontrés dans la réalité, qui permettront aux apprenants d'être face à des situations concrètes et de comprendre l'importance de la collaboration qui représente un atout dans l'acquisition des compétences.



 *Les partenariats inter-écoles permettent d'acquérir une vision plus large du processus*

 *Les jeunes sont motivés (et capables) quand il s'agit d'intégrer la pratique BIM dans un projet*

 *Des actions ponctuelles se révèlent être une source de motivation*

 *Des outils spécifiques à la pratique du BIM ont d'excellents retours*



Chapitre 3 : L'implémentation du BIM dans le Grand Est

Le Campus des Métiers s'appuyant sur le Pôle Fibres Energivie, une collaboration a été mise en place afin d'effectuer un recensement sur les compétences nécessaires à l'exercice du BIM. Nous avons donc mis en place des questionnaires ciblés d'une part pour les associations professionnelles du bâtiment, d'autre part pour les établissements d'enseignement avec pour objectif de comprendre les besoins en compétences pour l'implémentation du BIM. De plus, j'ai fait le choix d'effectuer un sondage personnel ayant pour cible d'une part les professionnels du BTP, d'autre part les apprenants des écoles formant au secteur de la construction pour faire un état des lieux de l'implémentation du BIM dans les structures. L'ensemble des sondages qui ont été réalisés ont été limités à la région Grand Est afin d'avoir une vision territoriale car il y a peu, voire aucune étude qui fait état de la situation dans la région Grand Est.

I. Etat des lieux dans le monde économique

Si le BIM est en cours d'implémentation chez les acteurs professionnels au niveau national, comme le font ressortir les études réalisées par divers organismes comme par exemple celle du PTNB ou l'observatoire du BIM 2018²⁴ [29], il reste une disparité entre les régions. Si certaines régions se démarquent, comme la région Bourgogne Franche Comté ainsi que la région Rhône Alpes, et tout naturellement la région parisienne, le Grand Est, tout comme d'autres régions, peine à développer cette méthode de travail. Il est donc nécessaire d'interroger les acteurs du monde professionnel sur leur pratiques mais aussi et surtout sur leur ressenti concernant la formation du BTP et l'implémentation du BIM dans les établissements professionnels.

I.1 Etude auprès des associations professionnelles du bâtiment

I.1.1 Présentation et méthodologie du questionnaire

Une liste de 20 partenaires professionnels établie conjointement entre le Pôle et le campus des métiers a orienté notre recensement. Un questionnaire, que je présente en annexe, a été co-écrit entre le campus des métiers et moi-même.

Tableau 1 - Liste des associations professionnelles cibles du sondage

Les entreprises du bâtiment	CAPEB Grand Est (Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment)
	FFB Grand Est (Fédération Française du Bâtiment)
	FIBOIS Alsace
	COPFI (Corporation des Professionnels Ferblantiers Installateur du Bas Rhin)

²⁴ <http://www.batiment-numerique.fr/uploads/DOC/Barom%C3%A8tre/PTNB%20-%20Barometre%203%20-%20Rapport%20detaille.pdf> et <https://bimandyou.fr/observatoire-du-bim-2018-resultats> [32]

<p><i>Les Maitres d'œuvre</i></p>	<p>CINOV Grand Est (Fédération des syndicats des métiers de la prestation intellectuelle du Conseil, de l'ingénierie et du numérique)</p> <p>Ordre des Architectes Grand Est</p> <p>UNTEC Grand Est (Union Nationale des Economistes de la Construction)</p> <p>AITF (Association des Ingénieurs Territoriaux de France)</p> <p>COBATY Strasbourg</p> <p>SYNTEC (Fédération professionnelle de l'ingénierie)</p> <p>Syndicat des Architectes Alsace</p> <p>Syndicat des Architectes Meurthe-et-Moselle</p> <p>Syndicat des Architectes Moselle</p>
<p><i>Les experts et établissements de recherche</i></p>	<p>CEREMA Grand Est</p> <p>CERIB (Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie et du Béton)</p>
<p><i>Les bailleurs sociaux</i></p>	<p>AREAL – Association régionale des organisme HLM d'Alsace</p> <p>ARELOR – Association régionale de Lorraine</p> <p>ARCA – Union sociale pour l'habitat en Champagne-Ardenne</p> <p>USH (Union Sociale pour l'Habitat)</p>
<p><i>Promoteurs immobiliers</i></p>	<p>FPI (Fédération des Promoteurs Immobiliers)</p>

Pour certaines structures, nous disposons d'un contact particulier, pour les autres, il est question de demander un contact qui soit familier avec la thématique du BIM. Une fois l'ensemble de ceux-ci établi, il s'agit alors de leur expliquer notre démarche par l'envoi d'un mail en présentant le campus, le lien avec le Pôle, leurs objectifs communs ainsi que mon travail de thèse. En l'absence de réponse, il est convenu de faire une relance par mail ou téléphone deux semaines après le premier envoi.

Selon le contexte géographique et calendaire de la personne à interroger, un rendez-vous est alors fixé, soit en présentiel, soit en visio-conférence. Si un créneau ne peut être trouvé, le questionnaire est envoyé par mail pour que la personne puisse faire son retour via le même canal.

I.1.2 Présentation et analyse des résultats

Les difficultés de l'exercice sont de deux natures. Il est tout d'abord particulièrement compliqué de pouvoir obtenir le contact des bonnes personnes, voire d'en obtenir. En effet, peu d'entre elles répondent présentes lorsqu'elles sont sollicitées, et si les contacts ont tout de même été obtenus, avec même des retours pour certains, le temps à consacrer au sondage leur paraît parfois difficile à accorder.

De plus, le sujet du BIM est encore relativement compliqué à aborder, nombreux sont les professionnels ne souhaitant pas aborder le sujet, soit parce qu'il y a eu un échec lors d'une volonté de transition, soit parce que la mise en place de ce processus leur semble insurmontable.

Les retours de ce sondage me semblent décevants, en effet, sur les 20 associations professionnelles contactées, seules 4 ont répondu, soit seulement 20% de taux de réponses. Néanmoins, les entretiens que j'ai pu réaliser dans le cadre de ce sondage ont été très riches en informations.

Si les professionnels interrogés se disent ouverts à l'implémentation du BIM, ils reconnaissent néanmoins le côté laborieux de cette tâche. Certains se sont préoccupé du sujet de manière très précoce, voyant le phénomène arriver. Ils ont ainsi pu pallier l'urgence de l'implémentation tardive et avoir le temps de tester, d'apprendre, de modifier et d'ajuster leur processus et l'accompagnement de leurs membres de la manière la plus optimale.

Un fait me semble tout de même étonnant, lorsque l'on interroge les associations professionnelles sur les demandes éventuelles de leurs membres dans l'accompagnement à la mise en pratique du processus BIM, voire seulement des besoins d'informations sur le sujet, tous répondent unanimement qu'ils n'en ont pas besoins. Les seules approches et intérêt de la part des professionnels sont présents lorsqu'un événement leur étant dédié est organisé dans lequel la thématique du BIM est abordée.

I.2 Etude auprès des professionnels du BTP

I.2.1 Présentation et méthodologie du questionnaire

J'ai initié un questionnaire à destination des professionnels du bâtiment afin de faire un état des lieux de l'implémentation du BIM dans leurs organisations et par extension dans la région. Le deuxième point abordé dans le questionnaire concerne leur vision de l'enseignement du BIM. L'objectif étant de comprendre le point de vue des professionnels sur l'adéquation entre les formations existantes et les besoins réels du secteur.

Celui-ci est effectué par internet, un questionnaire est proposé sur le site de sondage spécialisé « Drag'n Survey », ²⁵ celui-ci comprenant 17 questions, certaines proposant un choix par oui/non, d'autres plus ouvertes avec une réponse libre.

Les cibles étant les professionnels du secteur du BTP, le lien de ce sondage a été diffusé par plusieurs canaux. Tout d'abord, j'ai établi une base de données de mails de professionnels, recherchés par internet pour la plupart, grâce à laquelle j'ai pu envoyer le lien de mon sondage et ce directement par le biais du site « Drag'n Survey » qui propose cette fonction. J'ai également publié, sur les différents réseaux sociaux professionnels, des articles présentant mon sujet de thèse avec le lien du sondage en demandant à mon réseau d'y participer et de relayer l'information. Enfin, j'ai utilisé mon réseau professionnel pour relayer l'information.

²⁵ <https://www.dragnsurvey.com/>

I.2.2 Présentation et analyse des résultats

Au moment où le sondage a été initié, je m'attendais à obtenir peu de réponses, mais qui me permettrait tout de même d'analyser la situation dans la région. A ce jour, je suis extrêmement déçue et surprise des résultats car je n'ai récolté que 11 réponses, dont beaucoup n'ont pas finalisé le questionnaire. Vous trouverez, en annexe, les questions proposées ainsi que les réponses qu'il me semblait judicieux de présenter.

Le peu de réponses ne me permet pas d'apporter une analyse pertinente ; malgré tout, nous pouvons observer que les répondants sont peu au fait concernant le sujet du BIM avec seulement deux personnes connaissant et pratiquant le BIM, et même deux répondants ne s'y intéressant pas du tout. Nous retrouvons également un taux d'implémentation ressenti extrêmement faible, estimé à 5% seulement. Les freins évoqués par les répondants font échos à ceux que nous retrouvons communément : le temps d'implémentation, le manque de formations et le désintérêt de certains acteurs, notamment les bureaux d'études. La formation au BIM semble être un enjeu majeur à laquelle il faut apporter une réponse qui soit en adéquation avec les besoins de l'industrie sous forme de projet collaboratif et au plus tôt possible dans le cycle de formation.

Après avoir remis en cause mes méthodes de diffusion du sondage, que je pense pourtant appropriées, j'ai tenté de comprendre les raisons de cet insuccès. Peut-être ai-je été trop ambitieuse en souhaitant réaliser un état des lieux au niveau de la région Grand Est ? De plus, les cibles de cette étude étant des professionnels, notamment des entreprises et artisans, ils n'ont que peu (voire pas) de temps à consacrer à remplir un questionnaire, aussi court soit-il. Nous sommes tous, par ailleurs sollicités de part et d'autre pour répondre à des enquêtes, sondages et autres qu'il y a un trop plein et une volonté non dissimulée de refuser sa participation purement et simplement.

L'analyse de la situation, de mon expérience terrain et de mes discussions avec divers professionnels du secteur m'amène à évoquer le peu d'intérêt ou le ras-le-bol de nombreux professionnels quant à la thématique du BIM. En effet, les acteurs, qu'ils soient engagés ou non dans une démarche BIM ne se sentent que peu concernés par le BIM ; comme nous avons pu le voir dans le chapitre *les freins du BIM*, la résistance au changement est très forte. Je ne peux que remarquer, dans les projets intégrant le BIM auxquels j'ai eu l'occasion de participer, que les acteurs bien qu'étant engagés dans un processus BIM y mettaient quelques fois de la mauvaise volonté et ne voyaient pas l'intérêt de la méthode.

Les professionnels reconnaissent les difficultés de la transition vers l'univers numérique, et admettent que la formation doit et peut faire changer la mentalité mais surtout faire évoluer les compétences des acteurs du secteur. Il faut alors comprendre si le monde de l'enseignement est prêt à effectuer cette transition.

II. Etat des lieux dans le monde académique

II.1 Auprès des établissements d'enseignement

II.1.1 Présentation et méthodologie du questionnaire

Le CMQ 3^E et moi-même avons le projet commun de réaliser un sondage auprès des établissements d'enseignement. J'avais en premier lieu souhaité étendre mon étude à tout le

Grand Est, mais au vu du grand nombre d'établissements et de l'étendue géographique, cela ne me paraissait pas envisageable. J'ai donc réalisé ce sondage en collaboration avec la coordinatrice du CMQ 3^E auprès des 13 établissements membres, présentés ci-après.

- Lycée Couffignal, STRASBOURG
- Lycée Le Corbusier, ILLKIRCH GRAFFENSTADEN
- Lycée Gustave Eiffel, CERNAY
- Lycée Heinrich Nessel, HAGUENAU
- Lycée Jules Vernes, SAVERNE
- CFA Centre Alsace Marcel Rudolff, COLMAR
- IUT Robert Schuman, ILLKIRCH GRAFFENSTADEN
- IUT COLMAR
- ENSAS, STRASBOURG
- INSA, STRASBOURG
- CESI STRASBOURG
- AFPA, COLMAR
- GRETA, STRASBOURG

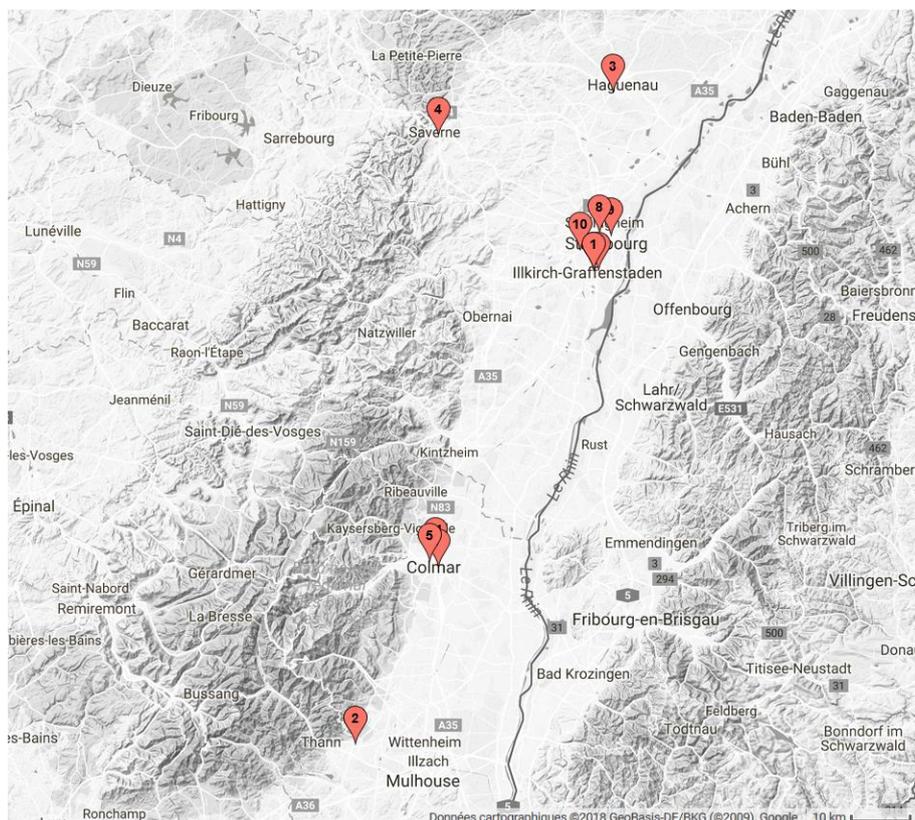


Figure 27 - Carte représentant les établissements d'enseignement membres du CMQ 3^E

L'objectif de cette étude est de faire un état des lieux de l'utilisation du BIM dans les formations ainsi que les compétences et les besoins des enseignants sur la thématique du BIM.

A partir d'un questionnaire, que vous trouverez en annexe, établi avec la coordinatrice du Campus, nous souhaitons mener un entretien semi-directif en présentiel avec un enseignant référent du BIM dans chacun des 13 établissements d'enseignement. Il est question de revenir

sur leur parcours, leur intérêt pour le BIM et la pratique qu'ils en ont (si c'est le cas) avec leurs apprenants. Il s'agit également de voir s'il existe des freins à la pratique du BIM dans leur établissement et quelles pourraient en être les raisons.

II.1.2 Présentation et analyse des résultats

Nous avons eu, pour cette étude, un très bon taux de réponses puisque seul trois établissements n'ont pas été représentés, deux d'entre eux n'ont pas du tout intégré la pratique BIM au sein de leurs formations et la demande à l'un des établissements est restée sans réponse, malgré des relances.

Sur les entretiens menés, les réponses ont été parfois étonnantes mais toujours pleines d'espoirs quant à la volonté de mettre en place, au sein des formations existantes, le BIM dans leurs pratiques. Si dans l'ensemble les enseignants tentent d'implémenter la pratique du BIM à leur enseignement, certains en sont aux balbutiements et ce qui a été (trop) souvent relevé est l'amalgame du BIM et de l'outil.

Nous pouvons alors visualiser trois niveaux de pratiques du BIM.

La première est celle où le BIM est évoqué, voire pratiqué, par la volonté des enseignants de proposer un enseignement au plus près de la réalité professionnelle, le BIM étant un (futur) indispensable, il est donc cohérent de le transmettre.

Le deuxième niveau, où le BIM y est pratiqué car obligatoire dans le programme, référentiel ou dans les examens. A ce stade, nous notons un décalage entre l'obligation ou la forte incitation et les compétences effectives des enseignants.

Le dernier niveau est représenté par les établissements qui ont la volonté d'adapter leur enseignement aux pratiques BIM, qui réfléchissent et se forment avant d'y aller. Pour ces derniers, le virage est amorcé, mais il y a une réflexion poussée sur la bonne façon de transmettre ces pratiques, avec tout d'abord une phase de formation des enseignants.

De nombreux points sont revenus régulièrement : les besoins en formations, notamment sur les outils, la volonté de mutualiser les outils présents au sein du réseau et le souhait de réaliser des actions collaboratives communes aux autres établissements. Nombreuses sont les remarques également quant à la faiblesse des ressources numériques présentes en libre accès et permettant de travailler autour des modèles 3D.

II.2 Etude auprès des apprenants

II.2.1 Présentation et méthodologie du questionnaire

Cette dernière étude ciblait les apprenants avec l'objectif de recueillir leur avis sur le BIM et sa pratique au sein des formations. Il s'agit également de visualiser la connaissance des apprenants sur la thématique du BIM. En ont-ils entendu parler ? Pratiquent-ils le BIM au sein de leur formation ? Quels seraient leurs besoins concernant l'enseignement de cette pratique ?

De la même façon que pour les professionnels du BTP, j'ai réalisé un questionnaire sur le site Drag'n Survey afin de permettre à chacun d'y accéder facilement.

La encore, j'ai multiplié les canaux de diffusion de l'enquête afin de toucher un maximum d'apprenants. D'une part sur les réseaux sociaux (groupe étudiants facebook, linkedIn), d'autre part, directement via les établissements d'enseignement en faisant la demande d'envoi du lien à l'ensemble des étudiants, et enfin en diffusant l'enquête auprès des enseignants pour qu'ils la relayent à leur tour.

II.2.2 Présentation et analyse des résultats

N'ayant aucune estimation chiffrée quant au nombre d'apprenants ayant pu avoir connaissance de mon étude, je ne peux annoncer un pourcentage de réponses. Malgré une meilleure participation que le sondage professionnel, je pensais une fois encore obtenir plus de contributions. Avec 55 répondants, je suis néanmoins satisfaite car j'ai pu susciter de l'intérêt chez les futurs professionnels du BTP.

Sur l'ensemble des réponses obtenues, même si une majorité d'étudiants sont en formation architecture, nous avons tout de même près d'un quart de lycéen ayant pris part au questionnaire, ce qui laisse paraître un intérêt pour le BIM dès le début de cycle d'étude en BTP. Seul 20 % des répondants disent n'avoir aucune connaissance du BIM et ne semble pas avoir d'intérêt pour cette pratique. Une grande majorité des apprenants porte donc un intérêt pour cette méthode de travail et utilisent les réseaux sociaux et blogs spécialisés pour s'informer. Si de nombreux répondants affirment que le BIM est enseigné dans leur établissement, cette formation demeure technocentrée et ne semble pas répondre à leurs attentes. Au-delà de l'apprentissage des logiciels, les demandes s'orientent vers la pratique du projet dans un cycle de vie complet, avec des interactions entre différents profils et une approche managériale du processus BIM. Enfin, 80% des répondants pensent utiliser le BIM dans leur future fonction professionnelle. Ce dernier point d'ailleurs, conforte l'absolue nécessité de répondre aux besoins de l'apprenant, comme de la société.



L'implémentation du BIM semble peu développée, malgré un intérêt grandissant.



Les professionnels du secteur ne montrent que peu d'intérêt pour cette nouvelle méthode de travail.



L'ensemble du secteur s'accorde sur la nécessité d'adapter la formation aux besoins du monde professionnel.



Les enseignants font preuve d'un enthousiasme pour se former et adapter leurs pratiques.



Chapitre 4 : Leviers d'actions visant à implémenter le BIM dans l'enseignement

I. Créer une synergie de réseau

L'objectif de l'enseignement est de développer l'esprit de l'élève en lui apportant des bases solides permettant de compléter ses savoirs et compétences dans le but de le faire passer d'un environnement scolaire à un environnement professionnel. Mais ce passage s'apparente plus souvent à une fracture qu'à une transition naturelle pour la majorité des jeunes « actifs ». L'école ne reflète que rarement l'environnement professionnel, combien sommes-nous à utiliser nos acquis scolaires pour l'appliquer dans son environnement professionnel ? Trop peu, il me semble. Il faut alors que les deux mondes se rapprochent permettant à chacun d'en tirer des bénéfices. Si les futurs professionnels peuvent y puiser la vision réelle du travail sur terrain, les professionnels eux peuvent bénéficier de la jeune expertise des élèves, plus proches des évolutions de ce monde.

Un apprenti pourra, durant sa période en entreprise, provoquer la curiosité de ses collègues et de son employeur avec l'utilisation d'outils numériques générant une appétence envers ces pratiques, apportant une expertise sur des compétences qui ne faisaient pas parti du bagage initial de ses collaborateurs déjà en poste. L'inclusion généralisée des apprenants au sein des organisations permet alors de contrer un manque cruel souvent ressenti par les entreprises dans l'impossibilité de transiter vers des nouvelles pratiques dû à ses faibles moyens financiers et humains. Si l'apprentissage est déjà très présent dans le monde du BTP, il est néanmoins marqué par une forte difficulté pour les apprenants de trouver une place en entreprise. Il s'agit alors de faciliter les échanges et permettre aux entreprises et aux alternants potentiels de mieux se comprendre pour mieux collaborer.

Si le lien école - entreprise est indispensable, il faut aujourd'hui repenser à ce chaînon manquant entre l'industrie et les apprenants en cycle initial, qui nécessite d'acquérir une vision au plus réelle de l'entreprise. Il s'agit alors de structurer un réseau en synergie, composé du monde de l'entreprise et celui de l'enseignement, comme nous avons pu l'observer avec la chaire de construction 4.0, où les professionnels travaillent en collaboration avec les doctorants afin de mener des recherches sur des problématiques réelles des entreprises. Au-delà de la recherche doctorale, ce dispositif est tout à fait transposable à l'ensemble du cycle d'enseignement présent dans le secteur du BTP. L'ambition d'un rapprochement entre les deux mondes est une homogénéité de discours, une structuration des échanges et une collaboration permettant de mêler recherches et génération d'idées innovantes. Cette synergie doit alors se retrouver dans la capitalisation des savoirs, des évolutions sociétales impactant le secteur, des innovations, mais aussi dans la pratique. L'organisation de hackathons prouve que la génération d'idées issues de la rencontre entre professionnels et étudiants est porteuse d'innovations et que c'est là une piste qui permet d'entrevoir une collaboration fructueuse si des efforts se portent sur la création de ce palier manquant, mais pourtant essentiel, visant à atténuer voire faire disparaître la fracture scindant les mondes économique et académique.

Il est vraiment nécessaire pour la bonne généralisation des pratiques BIM dans l'enseignement de constituer un réseau de partenaires comprenant les établissements et centres de formation, la région, les collectivités territoriales, les éditeurs de logiciels et bien entendu les entreprises. L'adhésion de toutes ces parties doit être complétée par leurs

informations et formations sur le sujet, sans quoi, la transmission et diffusion restera inadaptée à la pratique.

II. Transmettre le BIM : connaissances, compétences, savoirs et savoir-faire

II.1 Compétences et savoir-faire de l'équipe enseignante

Comme évoqué dans les chapitres précédents, il y a un réel manque de compétences pour une grande majorité d'enseignants qui sont pourtant destinés à transmettre les pratiques BIM dans leur formation. Il est donc urgent et absolument nécessaire de former ce corps enseignant afin de lui offrir la pérennité de son poste mais aussi de faire bénéficier aux apprenants des meilleures chances de rentrer dans la vie professionnelle en adéquation avec les besoins réels du marché mais aussi prêt au monde de demain. Néanmoins, les enseignants, bien qu'en demande de formations permettant une mise à niveau de leurs compétences mais aussi de leurs pratiques, ne peuvent en bénéficier souffrant d'un désordre organisationnel hiérarchique, d'un manque de moyens ou encore d'un manque de temps. Ces contraintes trouvent néanmoins une réponse dans l'implication de certains « bons élèves ».

Il me semble alors possible d'identifier une chaire de compétences et de savoir-faire couvrant la totalité des thématiques et des phases d'un projet de construction depuis la programmation jusqu'à la maintenance des bâtiments donnant la possibilité de transmettre l'ensemble des compétences requises par notre société actuelle. En effet, si de nombreux enseignants sont encore à former, nous trouvons aussi des profils ayant suivi la montée en compétences du secteur et s'étant formé par vision (certains que la société évoluerait rapidement) ou encore par passion. Il est alors envisageable que ces enseignants constituent un groupement de leader, entraînant et formant l'ensemble des enseignants à ces nouvelles pratiques.

Si cette méthodologie demande de l'investissement de la part des enseignants, elle est une réponse à une faille académique qui doit être pensée sous peine de voir un secteur, pourtant déjà en mal de professionnels, dépeuplé de ses sachants. Il faut alors concevoir des dispositifs permettant de capter l'attention des digital immigrants, aptes à s'adapter à tous les profils pour former le plus grand nombre.

Il s'agit ainsi d'imaginer un dispositif mixte permettant d'une part la formation des enseignants en présentiel par des sessions thématiques mêlant transmissions et échanges, mais aussi la mise en place d'un outil de capitalisation et de partage des savoirs et compétences liés au BIM et essentiellement à son enseignement (méthodologies, pratiques...).

II.2 Implémenter le BIM dans l'enseignement

II.2.1 L'apprentissage de la culture collaborative

II.2.1.a Environnement propice à l'apprentissage de la culture collaborative

Selon Wikipedia²⁶ : « Dans le domaine de l'apprentissage et de la gestion communautaire des savoirs, la collaboration repose sur un but commun, chaque membre réalisant une part de la tâche globale, en puisant dans les ressources de l'environnement (mémoire organisationnelle), dans ses ressources propres (compétence individuelle) et dans celles du groupe : on parle alors

²⁶ https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage_collaboratif

de communauté de pratique voire de communauté d'apprentissage et d'apprentissage collaboratif. »

Dans un contexte de développement de méthodes disruptives dans le secteur de la construction, il faut envisager l'enseignement selon de nouvelles pratiques pédagogiques permettant aux apprenants de se préparer au monde professionnel de demain. Le BIM exige de revoir les procédures de travail, avec comme principale exigence d'apprendre à communiquer les uns avec les autres. Il n'est pas aisé, pour les générations actuellement en poste dans le secteur, de créer une communication efficace afin de porter le projet avec la pratique du BIM. Il semble donc que pour les générations actuelles composées majoritairement de digital native, qui représentent les professionnels de demain la tâche soit plus aisée. Mais celle-ci doit être pérenne dans le temps et surtout dans l'ensemble des activités, elle doit également pouvoir être transmise auprès des différents collaborateurs, composés eux, de digital immigrants

Il s'agit avant tout de leur faire comprendre ce qu'est la culture collaborative, contrant le techno-centrisme ambiant initié par des éditeurs avides de profits. Ce n'est pas l'outil qui est collaboratif, il est important de le rappeler encore, il faut donc expliquer que la communication et les échanges sont les principales composantes du processus BIM, car l'ensemble des acteurs doivent se comprendre. L'engagement de ces derniers dans la démarche est la condition sine qua non, faute de quoi. Le processus peut être amputé d'une partie importante de connexion entre ses participants et ses différentes phases.

La collaboration, même si elle semble innée au sein de cette génération « digital native », doit être initiée voire provoquée afin d'établir la communication tant espérée dans ce processus de travail. Pour générer cette pratique, le travail en groupe se révèle être l'exercice par excellence, car l'aboutissement de cette activité est conditionné par la bonne maîtrise des échanges entre les membres de manière à partager les informations. La synthèse obtenue à la fin d'un travail de groupe prend alors en compte l'apport des profils aux multiples horizons reflétant la richesse cumulée des savoirs et compétences de chacun. Ces travaux de groupes sont requis car ils renvoient à la pratique du projet dans le secteur de la construction.

II.2.1.b Le mode projet comme préparation au monde professionnel

Pour envisager le succès de leur formation, les enseignants tentent de proposer des actions innovantes tournées vers la réussite des apprenants. Ainsi la pédagogie par projet se développe dans de nombreux établissements jusqu'à proposer des collaborations inter établissement faisant découvrir à chacun les différences de cultures qu'il faut pouvoir comprendre dans le monde professionnel. L'adaptation des pratiques pédagogiques liées au BIM doit proposer un itinéraire de découverte visant l'apprentissage collaboratif.

La conception d'un projet inter-établissement recouvrant la totalité du cycle de vie d'un projet de construction me semble alors être une proposition d'action concrète permettant d'évoluer vers un apprentissage cohérent de la démarche BIM. Les formations organisées autour de l'acte de construire sont en effet très large et il me semble que la collaboration et la rencontre entre apprenants des différents établissements serait un réel avantage dans l'apprentissage de leur futures professions respectives. Si nous voulons obtenir une coopération et collaboration de la part de l'ensemble des acteurs œuvrant ensemble sur le terrain, il faut l'initier en amont, lorsque les pratiques ne sont pas encore ancrées, de manière à s'abstraire de la résistance au changement. Le nombre et la diversité des formations touchant à la

problématique BIM proposées dans le Grand Est, permet d'imaginer des projets inter-établissement englobant l'ensemble des futurs professionnels qui œuvrent dans le processus de projet à l'image de la réalité du marché. Le projet peut alors être construit sur la base du schéma suivant allant des volontés ressenties des enseignants de travailler sur l'adaptation de l'enseignement au BIM comme genèse, jusqu'à la mise en œuvre et à l'évaluation qui permettra d'établir les bonnes pratiques et correctifs à appliquer.

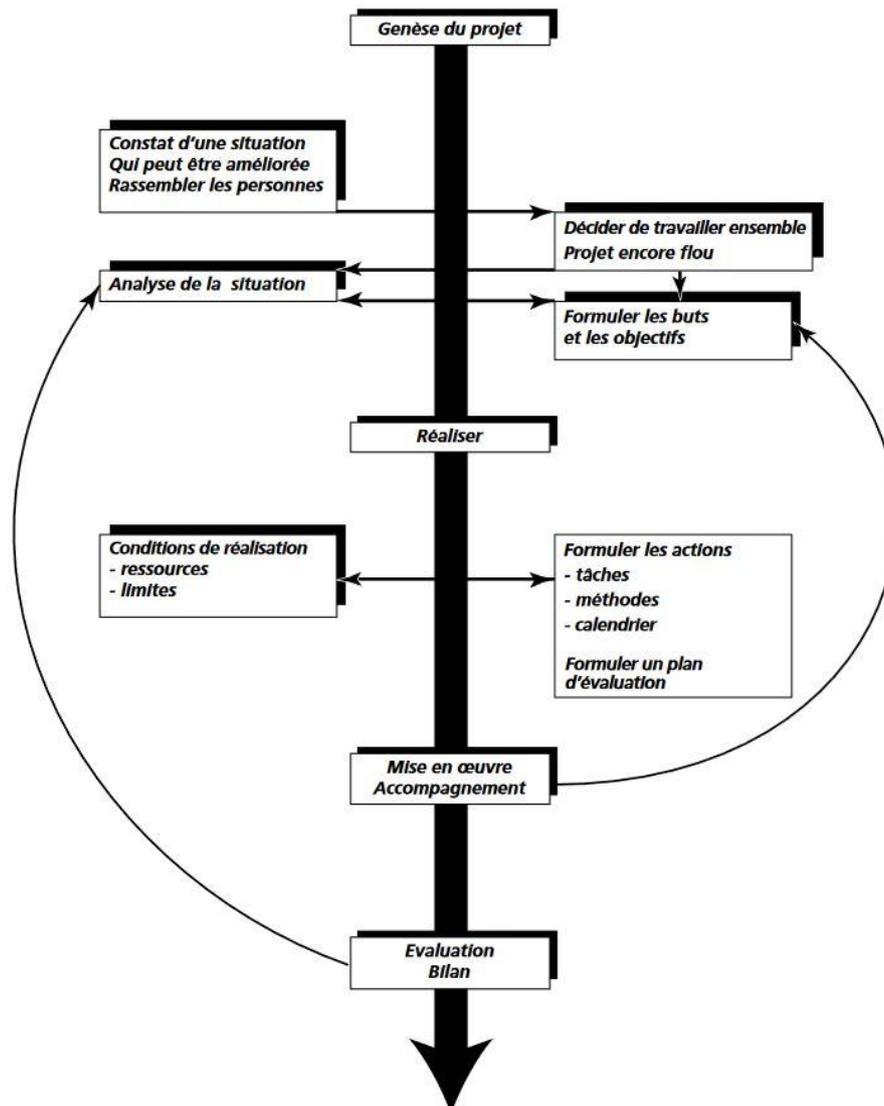


Figure 28 - Représentation schématique des phases d'élaboration d'un projet, source: https://pjp-eu.coe.int/documents/1017981/1667959/2_projet.pdf/a375c167-8dae-4f07-b8b0-8597a144ca69

L'ambition du projet nécessite néanmoins l'intérêt et l'aval des établissements mais aussi des enseignants pour que, d'une proposition naisse un projet construit, abouti, offrant un réel atout à l'ensemble du personnel pédagogique et que les apprenants puissent tirer des bénéfices, compétences professionnelles autant que personnelles d'une telle entreprise.

La construction du projet doit donc se faire par étapes, de la définition des besoins (ciblés sur le monde professionnel), à la logistique d'organisation en adaptant le projet tant en termes de calendrier que de référentiel, car la condition de réussite d'un tel projet réside dans l'implémentation des pratiques au sein de modules de formation obligatoires.

II.2.2 Déterminer des niveaux de compétences

Si le BIM est avant tout une méthode de travail dont la principale caractéristique est la collaboration, il est large et son processus qui couvre l'ensemble des acteurs du secteur, nécessite des compétences qui ne sont pas communes à l'ensemble de l'équipe d'un projet et doivent être ajustées à la pratique de chacun. Il est donc impératif, avant d'adapter l'enseignement à l'apprentissage du BIM, de comprendre les compétences nécessaires à chaque type de professionnel. L'observation et la compréhension des étapes d'un projet de construction, au sens large, est une étape primordiale afin de déterminer la place et les actions de chaque acteur dans le processus BIM mais aussi les échanges qui sont produits.

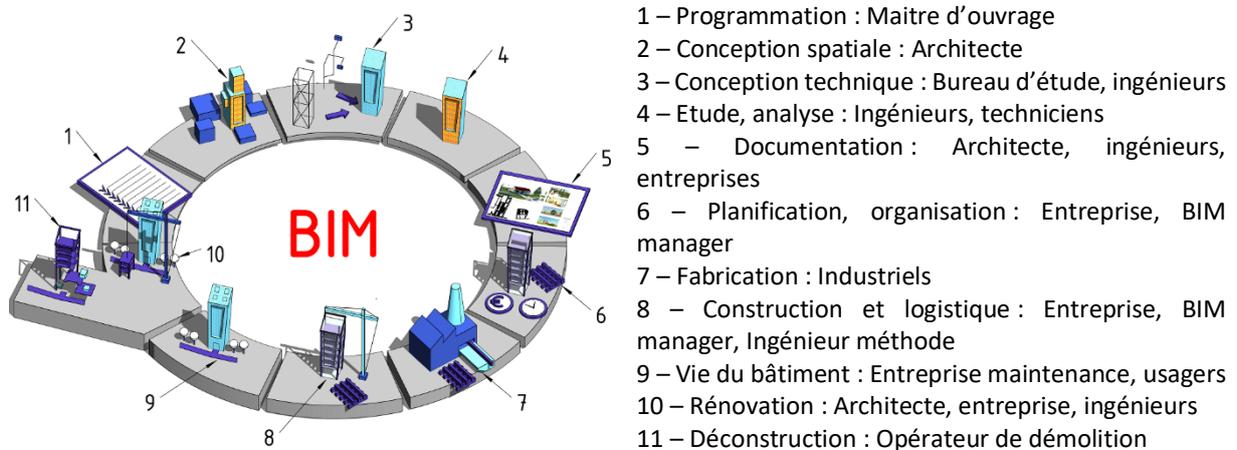


Figure 29 - Intervention des acteurs en fonction de l'étape du cycle de vie du bâtiment, source depuis : <https://skaitmeninestatyba.lt/bim/>

Chaque acteur participe au projet et a son rôle dans le processus BIM, mais tous n'interviennent pas au même moment ni de la même façon, ainsi le maçon et l'architecte n'utiliseront pas les mêmes outils, n'auront pas les mêmes compétences à mettre en œuvre. Nul besoin donc d'apprendre Revit à un maçon par exemple. Mais à ceux qui me diront que le BIM ne leur est pas nécessaire, je répondrai par la négative. La maquette numérique générée en phase conception peut être un formidable outil pour les entreprises présentes sur le chantier. Gain de temps de préparation du chantier par une meilleure compréhension spatiale, avec la possibilité de préparer les ressources et l'interfaçage pour les travaux. Il ne s'agit plus de toute façon de s'interroger sur l'utilité du BIM, il est effet présent dans chaque référentiel de formation, même sans être spécifié noir sur blanc, considérant que le futur (déjà entamé) fera évoluer chaque profession vers un univers toujours plus numérique, toujours plus collaboratif. Je prendrai alors l'exemple du référentiel du BAC pro TB EE, dans lequel nous retrouvons la place du BIM dans chacune des activités.

Activités professionnelles (RAP) qui sont impactées par les nouvelles pratiques et les nouvelles technologies

Activité_1.1	Relevé d'ouvrage	PHASE 1 ELABORATION D'UN PROJET
Activité_1.2	Finalisation du projet	
Activité_2.1	Préparation de l'offre de prix	PHASE 2 OFFRE DE PRIX
Activité_2.2	Établissement de l'offre de prix	
Activité_3.1	Finalisation du dossier d'exécution	PHASE 3 PREPARATION DES TRAVAUX
Activité_3.2	Planification de travaux	
Activité_3.3	Organisation de l'intervention	
Activité_4.1	Suivi de chantier	PHASE 4 EXECUTION DE TRAVAUX
Activité_4.2	Livraison de l'ouvrage	

Toutes !

- Relevé d'ouvrage : Scanner laser, nuage de points => Maquette numérique (BIM)
- Conception et Projet : Modélisation (BIM) et simulation comportementale
- Offre de prix : Logiciels de prix et de pièces écrites liés à la maquette,
- Exécution : BIM, pas de ressaisie, bonne gestion des modifications,
- Suivi de chantier : BIM, accès aux dernières données par le cloud
- Livraison : DOE issu du BIM...

Nous intégrons donc progressivement ces nouvelles pratiques dans nos stratégies pédagogiques...

Figure 30 - Activités impactées par le BIM, exemple du BAC pro TB EE, source : Présentation PowerPoint "Le BIM, Usages en lycée professionnel

L'apprentissage du BIM doit cependant être progressif et surtout adapté à la pratique de chaque groupe de futurs professionnels. Il doit être composé de pratiques proches de la réalité et permettre l'acquisition de savoirs et compétences nécessaires à la pratique de chacun, la sur-formation étant contreproductive. La mise à disposition d'outils physiques et numériques peut alors privilégier cette pratique au plus proche du monde professionnel.

III. L'EPA et ses outils

III.1 Le parcours de l'apprenant

III.1.1 Créer un continuum pédagogique

Dans une société où le marché du travail se trouve être saturé pour les professions de type architecte ou ingénieur et à contrario en manque cruel d'ouvriers qualifiés, il est impératif de revaloriser le parcours de l'apprenant lui faisant voir les possibilités d'évolution au sein du secteur BTP.

Il est en effet demandé aux collégiens de commencer à faire leur choix d'orientation entre la voie générale et la voie professionnelle, trop nombreux sont ceux qui choisissent la voie générale pensant qu'elle ouvre les portes à un avenir plus riche, laissant la voie technologique et professionnelle à ceux qui ne montrent pas un niveau suffisant. La triste réalité du BTP réside dans le nombre croissant de professionnels issus d'une orientation par défaut. Il est nécessaire de présenter les formations autant que les passerelles possibles au sein même du

secteur, de faire comprendre la réalité du terrain et l'employabilité des différents profils. Faire une formation, même précoce n'est pas synonyme d'enfermement mais au contraire, laisse la porte ouvert vers les formations supérieures.

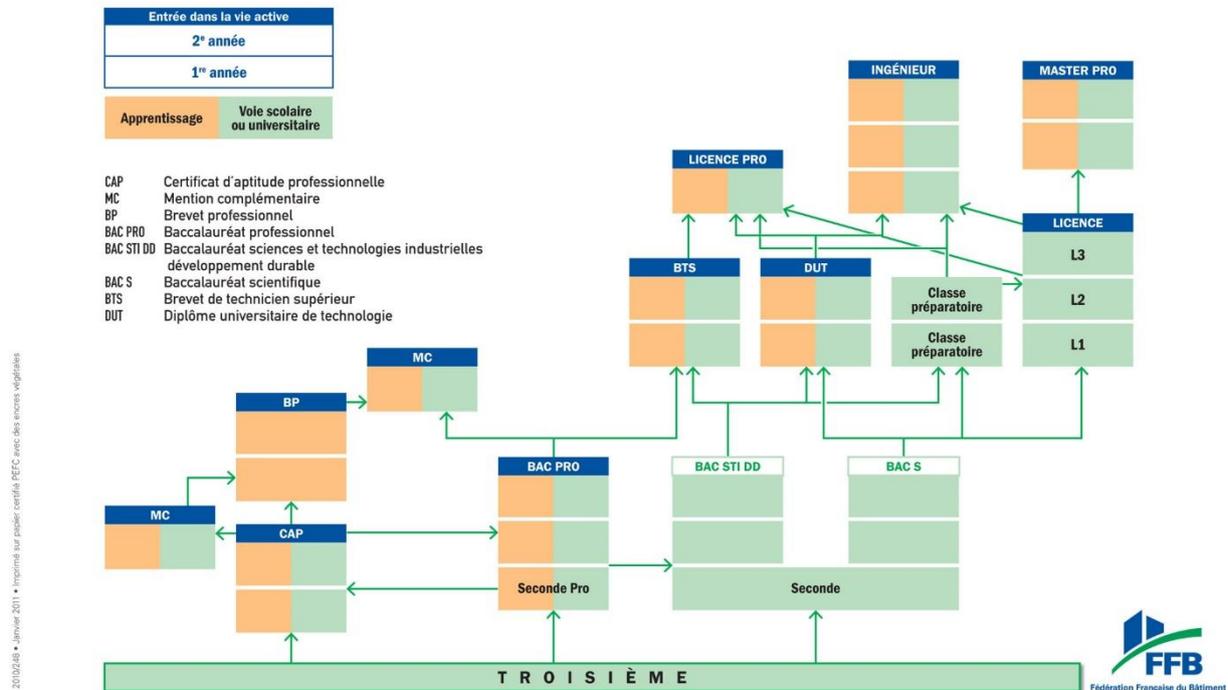


Figure 31 - Schéma de parcours de formation, source : <http://www.ffbatiment.fr/federation-francaise-du-batiment/le-batiment-et-vous/formation/le-schema-des-formations.html>

L'entrée du secteur dans le numérique peut être un atout considérable pour attirer les jeunes dans les formations BTP. Il faut communiquer sur ce secteur, ses atouts, afin de briser cette image d'un secteur vieillissant et difficile. Le BTP d'aujourd'hui, de demain, est fait de numérique, d'objets connectés, de préoccupations environnementales, de robotisation, c'est un monde ouvert à l'innovation. Il est évident qu'il est inutile de vouloir fournir à un étudiant un bagage initial complet et définitif, sinon celui de l'agilité qui lui permettra d'avancer dans cette société instable. Il s'agit, dans cet enseignement, de cultiver un environnement favorisant la capacité à apprendre, une aptitude critique et analytique permettant de s'adapter et de progresser continuellement.

III.1.2 Proposer un parcours d'apprentissage orienté compétences.

Pour leur donner la possibilité d'évoluer dans un secteur aux branches multiples, il est nécessaire de les accompagner sur un chemin individuel d'acquisition des compétences, les motiver et les responsabiliser. L'enseignant doit inculquer le plaisir d'apprendre plutôt que les difficultés à réussir, car dans notre société volatile, il est indispensable pour les apprenants d'être mis en confiance depuis le début de leur parcours d'apprentissage jusqu'à leur entrée dans le monde professionnel. Les objectifs d'une adaptation des pratiques pédagogiques liées à la mise en place du BIM dans les différents enseignements sont représentés par la motivation des étudiants, l'assiduité, l'autonomie, l'apprentissage en profondeur, une meilleure restitution, une vision globale de la matière, une capacité à communiquer et une

capacité à travailler en équipe. L'ensemble de ces notions devraient être présentes dans les référentiels des formations touchées par le BIM.

Il faut valoriser les gestes et les actions des apprenants, il faut les encourager et leur faire comprendre que l'atteinte des objectifs est à leur portée, qu'ils vont y arriver, pour leur donner confiance et éviter le découragement et le décrochement. La transmission de la culture de l'action est indispensable au bon déroulement du parcours de l'apprenant afin de dépasser la culture classique de l'apprentissage obligatoire. La prise d'initiative est indispensable dans cette société volatile, l'échec fait alors tout naturellement parti du paysage, mais il faut leur apprendre à analyser et comprendre leurs erreurs pour les amener sur le chemin du perfectionnement, faire toujours mieux. C'est en apportant cette culture de l'apprentissage que les apprenants seront préparés au monde de demain qui nécessite d'évoluer sans cesse, d'innover pour rester compétitif et de développer des aptitudes de flexibilité et d'adaptabilité.

Les diplômes ne constituent plus un critère d'employabilité suffisant au vu du nombre croissant de profils diplômés mais nécessitent de nouveaux facteurs de sélection qu'il est parfois bien difficile de distinguer par le biais d'une candidature composée de la traditionnelle combinaison curriculum vitae et lettre de motivation. L'acquisition de compétences informelles, encore plus avec le numérique et le BIM, représente une valeur sûre de la qualification d'un professionnel.

Il faut alors mettre en place un parcours d'apprentissage qui puisse servir à l'orientation de chacun tout comme au suivi de résultats, à la validation des compétences ou encore à la création d'un réseau. Son élaboration, qu'il est indispensable de proposer via un espace numérique, donne l'opportunité à chacun des apprenants de préparer son parcours, de cibler ses attentes et de suivre sa progression, tout en actant d'un diplôme associé à des compétences lui offrant une meilleure insertion dans la vie professionnelle.

En dehors des formations « obligatoires », il existe à l'heure actuelle de nouveaux outils et supports permettant l'acquisition de savoirs et compétences nouvelles. Ainsi les MOOCs, le e-learning et autres nouveaux « enseignements » demandent que l'on adapte les modes de reconnaissance et de validation de ceux-ci. Si des certificats sont fournis à la fin du suivi du MOOC par exemple, il est encore compliqué de le valoriser. Il serait alors judicieux d'appliquer un outil complémentaire de valorisation au sein du parcours d'apprentissage de type Open Badge²⁷ comme le présente la figure 32.

Ce parcours d'apprentissage trouve une finalité dans la présentation du profil de l'apprenant en tant que candidat dans sa recherche d'emploi. La nécessité de se former tout au long de la vie trouve alors un allié dans la reconnaissance de ces actions visant à compléter les savoirs et compétences. Le parcours d'apprentissage n'est alors pas figé, évoluant au gré des formations complémentaires ou des compétences informelles acquises tout au long de son parcours professionnel, qui se veut forcément plus riche et complexe avec la numérisation du secteur et l'évolution du BIM.

²⁷ Badges numériques permettant de mettre en avant et valoriser les compétences non reconnues par un diplôme. Nés il y a 6 ans à l'initiative des fondations MacArthur et Mozilla, le procédé est actuellement testé en Normandie.

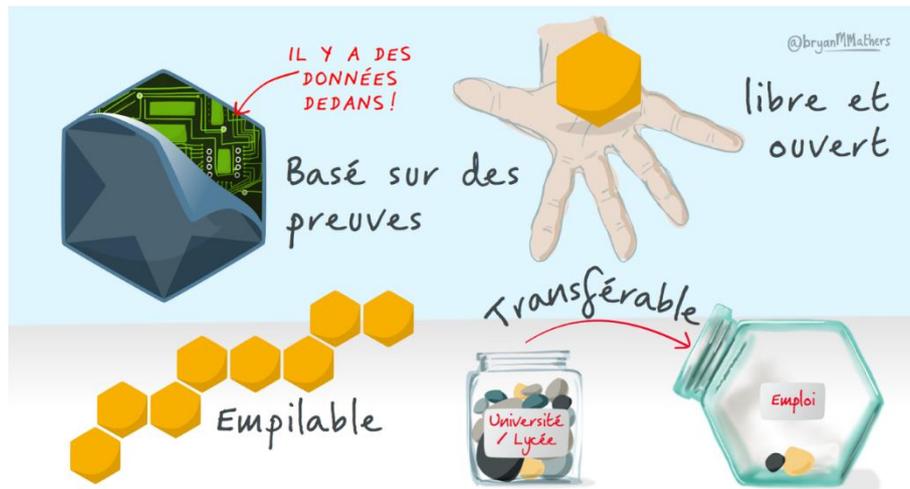


Figure 32 - Fonctionnement des open badges, source : <http://www.badgeonslanormandie.fr/?p=453>

III.2 Création d'un learningLab

III.2.1 Nécessité d'un espace physique d'apprentissage collaboratif

Le BIM est une pratique qui favorise le travail à distance et de façon asynchrone avec l'utilisation d'outils numériques permettant d'offrir un environnement de projet utilisable par tous quel que soit le lieu de travail et le moment. Cette pratique nécessite tout de même des temps de projet où l'ensemble des actants sont réunis en présentiel, notamment pour les réunions de synthèse de projet où la fédération des différents modèles numériques donne lieu à des discussions permettant de résoudre les erreurs en amont du chantier. Ces réunions présentiels se déroulent pour la plupart dans les bureaux des entreprises participants au projet, notamment en phase conception. Les salles mises à disposition lors de ces réunions ne sont pas toujours adaptées à la pratique du BIM, cela nécessite alors de nombreux aménagements contraignant les équipes à « faire avec ce qu'ils ont » à défaut d'une action de qualité.

Face à ce constat, des espaces de construction collaboratifs permettant d'avoir, au sein d'un même espace, les outils et les aménagements nécessaires à la bonne pratique du projet BIM voient le jour. Si ces espaces sont un réel atout dans la gestion d'un projet comprenant un processus BIM, il semble que ce puisse l'être également dans l'apprentissage de ses pratiques. Au vu de mes observations et des discussions que j'ai pu avoir avec différentes personnes du corps éducatif, les établissements d'enseignement, même si certains proposent des espaces adaptés, ne permettent pas de travailler autour d'un projet de manière complète. Les actions inter-établissement se révèlent difficiles de par la complexité d'accès aux établissements par les apprenants issus de l'ensemble des autres établissements. De plus, chaque établissement possède ses propres ressources, mais aucune ne peut être mutualisée. Il me semble essentiel alors de proposer un espace inter-établissement offrant la possibilité à l'ensemble des écoles partenaires d'y pratiquer le BIM, où il est possible de trouver les ressources et outils nécessaires mais aussi de permettre les rencontres pluridisciplinaires donnant alors un atout supplémentaire à l'élaboration d'un projet inter-établissement avec la possibilité de développer des réunions à l'image de la réalité professionnelle. Si l'espace est utile pour l'apprentissage du BIM à destination des apprenants, il ne l'est pas moins pour les enseignants qui se retrouvent face à l'arrivée d'une nouvelle pratique nécessitant un développement de

leur savoirs mais aussi la révision de leurs pratiques pédagogiques permettant une transmission du BIM de manière efficiente.

III.2.2 Espace de type LearningLab

Avec une vocation à réinventer les pratiques pédagogiques et orienté vers l'acquisition de compétences numériques, le learningLab me semble être adapté à un espace d'enseignement virtuelle. Dans une société soumise aux évolutions constantes mais instables, l'enseignement doit être doté d'outils permettant de faire évoluer les pratiques pédagogiques de ses enseignants tout en favorisant un environnement propice à l'apprentissage pour ses utilisateurs. Il s'agit alors de proposer un espace dédié à la pratique collaborative et inter-établissement à destination des apprenants et des enseignants, permettant de proposer des outils adaptés aux évolutions sociétales en vue d'optimiser et d'adapter l'aptitude professionnelle des futurs acteurs du BTP.



Figure 33 - Les équipements du Learning Lab, source modifiée : http://www.riotice.com/?p=1948#.W7dkOvY6_BU

- 1 – Des surfaces écrites permettant de noter ses idées
- 2 – Des vidéoprojecteurs et des écrans de projections
- 3 – Des équipements mobiles permettant la multiplicité des situations pédagogiques
- 4 – Des couleurs et matériaux chaleureux

Le schéma ci-dessus présente les principaux outils communément mis à disposition dans un learningLab. Orienté pratiques numériques, l'environnement doit permettre une expérimentation disruptive de la pédagogie favorisant alors une adaptation à l'enseignement du BIM et du processus qui est lié.

Nous retrouvons alors quelques spécifications qui permettent la réussite du projet et de son utilisation future. Il est tout d'abord essentiel que le lieu soit chaleureux, fonctionnel et convivial donnant envie d'apprendre, de transmettre, de pratiquer. Des questionnements et une analyse des besoins sont une première étape pour déterminer les besoins des utilisateurs et ainsi assurer et pérenniser l'utilisation de cet espace.

Afin de mener une réflexion plus approfondie sur la conception de cet espace, il m'est primordiale de spécifier les aménagements et usages à mettre en œuvre pour une adaptation au plus près des besoins réels. Ainsi il me semble nécessaire de favoriser le travail en groupe, de façon collaborative, qui puisse initier une activité créative où la projection d'idée est facteur d'accès à l'innovation (induite lorsque l'on entre dans le numérique, plus encore dans la numérisation du secteur BTP). Ces espaces vivent grâce à l'interaction humaine qui est la base de la pratique BIM, l'utilisation du numérique permet ici d'entretenir des connexions avec l'extérieur, contribuant à lier et entretenir des relations pédagogiques entre différents établissements et permettant la mutualisation de pratiques et expérimentations pédagogiques. Plus qu'une salle de cours, un learningLab est également un espace de formation pour les enseignants qui vont, par le biais d'un animateur-formateur dédié à la salle, pouvoir acquérir les compétences nécessaires pour transmettre les pratiques BIM à leurs élèves.

Pour encourager la multiplicité des pratiques et actions à vocation pédagogique, l'espace doit offrir des éléments mobiles permettant de transformer la salle. Il faut alors envisager les éléments suivants :

- Des chaises et tables mobiles
- Des pots-it classiques ou numériques, des paperboards
- Des tableaux blancs ou verres sur toute la hauteur permettant d'utiliser toute la surface en espace d'expression
- Des écrans et projecteurs
- Des cloisons mobiles et acoustiques
- Des ordinateurs pour les apprenants
- Un ordinateur central pour l'enseignant
- Des logiciels métiers BIM adaptés aux différentes formations (architecture, MEP, structure...) en fonction des demandes des professionnels (facilité d'embauche par la suite)
- Un logiciel de partage d'écran
- Un serveur permettant de gérer l'ensemble des données

III.3 Apports d'un environnement numérique d'apprentissage

L'évolution des TIC et des systèmes d'enseignement à distance permet d'envisager un environnement d'apprentissage hybride. Cet environnement numérique d'apprentissage doit répondre aux besoins de l'ensemble des utilisateurs tout en proposant des outils permettant la meilleure instruction possible des pratiques numériques et collaboratives. Je propose alors un assemblage de 3 briques complémentaires contribuant à l'initiation du processus BIM et de manière plus générale à l'instruction de la culture collaborative si chère à la pratique du BIM. En premier lieu, un espace ressources, brique primaire et fondamentale, auquel est annexé un espace de travail collaboratif et asynchrone. Enfin, à l'image des ENT et autres LMS,

il est tout à fait pertinent d'inclure un espace réseau permettant de lier l'ensemble de la communauté d'apprentissage²⁸.

Brique 1 : L'espace ressource comme support pédagogique

En se basant sur le recensement des besoins que nous avons pu effectuer au sein des établissements d'enseignement, nous observons un manque cruel de ressources utilisables dans le cadre de projets pédagogiques afin de travailler sur la mise en place du processus BIM. De plus, de nombreux enseignants ne semblent pas comprendre les réels enjeux, ni même le processus BIM en lui-même. Il est alors essentiel que l'environnement numérique d'apprentissage comprenne des ressources qui pourront être mises en ligne par l'ensemble de l'équipe pédagogique, mais aussi de façon complémentaire par les étudiants, voire les professionnels afin de capitaliser les informations et formations permettant à tous d'acquérir les savoirs essentiels à la transmission (et pratique) du BIM. Ainsi, au-delà de l'aspect informationnel, des ressources de type exercices ou applications possibles peuvent être mises à disposition de l'ensemble du corps enseignant leur permettant à leur tour de dispenser un enseignement qualitatif. Il me semble alors important de créer un accès privilégié pour les enseignants, de manière à avoir la capacité de s'auto-former et de s'entre-aider avec pour objectif l'accompagnement des apprenants vers l'économie de demain et non d'hier. L'environnement numérique d'apprentissage repose sur un accès guidé à l'information à destination de l'ensemble de la communauté désireuse de se former. Il accompagne alors l'équipe pédagogique autant que les apprenants dans le chemin de l'acquisition des savoirs et des compétences nécessaires à la pratique de projet de construction collaboratif. L'accès à des supports de formation de tout type, dont des MOOCs et de l'e-learning, à la (re)visualisation des cours, à la veille sur le sujet sont autant de possibilités qu'il faut mettre à disposition sur un tel environnement numérique.

Brique 2 : L'espace de travail comme support collaboratif

Si un espace de formation dédié à la pratique BIM est un atout incontestable dans l'enseignement du BTP, le travail à distance est une réalité dans la collaboration. Il est rare, dans le monde de l'entreprise, de travailler dans des plateaux projets en présence simultanée et en continu de l'ensemble de l'équipe projet, il est alors impératif de pouvoir collaborer à distance et avec chacun des actants. L'accroissement, dans l'univers professionnel, des plateformes dites collaboratives illustre d'ailleurs ma dernière affirmation. Il devrait alors en être de même pour l'éducation et faire bénéficier aux apprenants d'un espace équivalent.

Un tel outil numérique doit être ambitieux et donc innovant, œuvrant alors dans la réussite de l'ensemble de ses usagers. Le projet collaboratif peut être proposé afin d'inculquer la culture de la collaboration comme nous avons pu l'aborder précédemment. Pour cela l'apport d'un outil numérique est optimal puisqu'il sera le vecteur du travail et de la communication de l'ensemble des pratiquants du projet. A la fois lieu d'échange mais aussi de stockage de documents, utilisant des blocs numériques permettant d'ajuster l'ensemble des tâches que chacun doit faire, il devient l'outil de gestion et d'organisation du projet entre les apprenants, et donc par extension, celui de l'apprentissage. Cette brique peut encore être optimisée et proposer un espace d'open innovation, permettant une participation des professionnels et des collectivités par l'énoncé d'une problématique réelle qui permet aux apprenants de se

²⁸ J'entends, par le terme communauté d'apprentissage l'ensemble du réseau d'acteurs gravitant autour de l'apprenant : enseignants, personnel administratif scolaire, parents, réseau professionnel...

confronter à des besoins et contraintes de terrain tout en apportant des réponses potentielles à forte valeur créative.

Brique 3 : L'espace réseau comme lieu virtuel communautaire

Nombreux sont actuellement les outils numériques proposés par les établissements utilisés dans le but de mettre en relation et de faciliter l'interaction au sein de la communauté pédagogique. Outil d'échanges, de communication, de création de réseau, il peut être aujourd'hui un fort vecteur d'accompagnement de l'apprenant et d'accès à l'univers professionnel. Souvent cloisonné au sein même des membres de l'établissement d'enseignement, parfois de la famille, il est impératif de l'élargir pour permettre une synergie plus forte avec les professionnels. Il est alors possible, par le biais de cette brique, de communiquer avec ses pairs (apprenants et enseignants), mais aussi de créer du contact entre académique et professionnels permettant de générer de nouvelles actions. Cette mise en avant du réseau va également pouvoir créer de nouvelles collaborations et initier des pratiques collaboratives, voire faire naître de nouvelles motivations pour ceux qui semblaient se perdre dans leur apprentissage. Les apprenants voient alors l'étendue des possibilités qui s'offrent à eux au sein d'un secteur que certains pensent étroit et sans autre perspectives que les seules débouchées sans doute précocement annoncées.

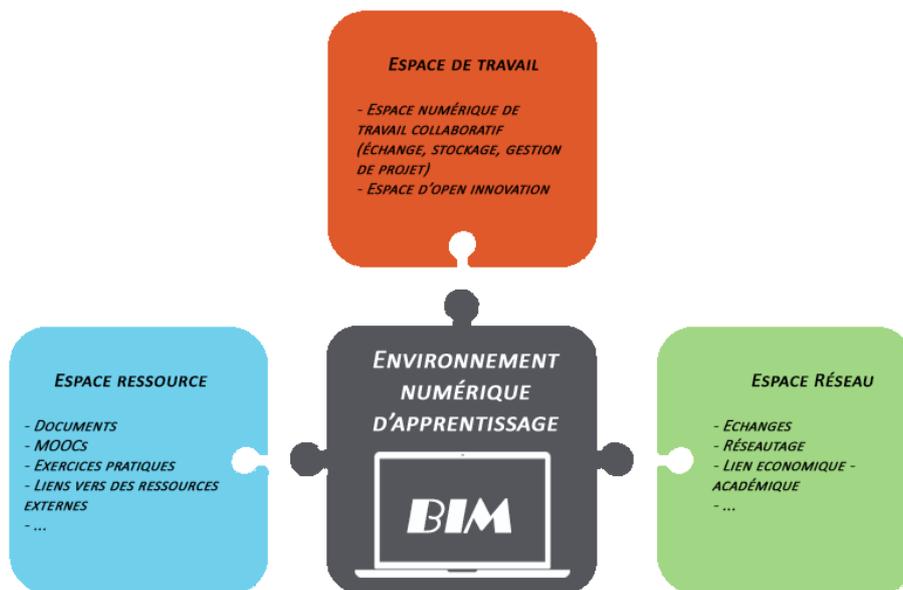


Figure 34 - Schéma des briques fonctionnelles de l'environnement numérique d'apprentissage, source personnelle

A la fois capitalisation de ressources, outil d'échange et de travail à distance, l'environnement numérique d'apprentissage est une valeur sûre pour permettre d'optimiser son apprentissage. Néanmoins, il faut que celui-ci soit adapté aux besoins, ce qui dans ce cas se révèle complexe par la pluralité des disciplines enseignées et la diversité des niveaux des apprenants.



Créer une synergie de réseau, faire adhérer l'ensemble des acteurs dans une vision commune du processus BIM.



Informier et former au BIM selon les composantes nécessaires à sa pratique: collaboration, proximité de l'enseignement avec la réalité professionnelle.



Renforcer l'apprentissage et la pratique du BIM avec des outils physiques et numériques dédiés.



Chapitre 5 : Application de la proposition au réseau du Campus des métiers 3^E

I. Réflexion engagée sur l'implémentation du BIM dans les formations du réseau

I.1 Renforcer la synergie de réseau Campus-Pôle

A l'image de la chaire de construction 4.0 qui a été initiée par Bouygues construction et Centrale Lille comme nous avons pu le voir dans le chapitre 2. Les campus des métiers qui regroupent des établissements d'enseignement, conçus autour d'un secteur d'activité d'excellence, en l'occurrence ici, l'éco-construction et l'efficacité énergétique sont dans une logique de fonctionnement en synergie avec les pôles de compétitivité qui réunissent un réseau d'acteurs ciblé sur une thématique précise et porteuse, et ce sur un secteur géographique défini.

La phase 4 de la politique des Pôles de compétitivité a été présentée et l'appel à projet visant leur labellisation a été publié à la fin du mois de juillet 2018, laissant alors 3 mois à l'ensemble des pôles pour présenter leur candidature afin de maintenir leur labellisation. Le gouvernement souhaitant la mutualisation de moyens ou des actions en synergie de ces derniers, un point de cet appel à candidature préconise :

« Le développement de synergie du candidat avec des acteurs pertinents du développement des compétences et de la formation, de niveau national, ou territorial : comme les campus des métiers et des qualifications (CMQ), favorisant le développement des filières d'avenir »²⁹

Le CMQ 3^E est adossé au Pôle Fibres Energivie, mais les actions de synergie entre les deux entités doivent être renforcées dans l'intérêt de ces deux structures mais aussi et surtout des membres qui les composent. Ainsi, si le Pôle a pour ambition d'accompagner les professionnels du secteur dans les transitions sociétales (écologique, énergétique et numérique) et vers l'innovation, le CMQ 3^E a pour mission de permettre la montée en compétences des futurs acteurs du secteur de l'éco-construction et de l'efficacité énergétique afin de leur permettre une meilleure insertion professionnelle, donnant alors la possibilité aux entreprises de faire évoluer leur capacité d'innovation.

Ayant pour objectifs la volonté de placer la région Grand Est comme moteur dans le BIM et de proposer des formations en adéquation avec les besoins du marché professionnel, la coordination d'actions communes autour du BIM me paraissait être une évidence. Nous avons alors débuté une campagne de sondages, que j'ai présenté au chapitre 3.

L'objectif conjoint entre le Pôle et le Campus a permis de recenser le niveau de connaissances et de pratiques du BIM du secteur dans sa globalité afin de déterminer des actions à mettre en place qui permettraient de lier les 2 mondes (économique et académique) afin de capitaliser les savoirs, compétences et bonnes pratiques.

²⁹ P7 de l'appel à candidature pour la labellisation des pôles de compétitivité
http://competitivite.gouv.fr/documents/commun/Politique_des_poles/2018%2007%2024%20Cahier%20des%20charges%20-%20VF.pdf

I.2 Actions de communication

Le Campus des métiers est une entité composée par des établissements d'enseignement régionaux qui forment un réseau. Lors de la première réunion à laquelle j'ai participé, j'ai pu comprendre que les établissements, pourtant membres de ce réseau ne connaissaient pas ou peu son existence. Un problème de communication et de visibilité était donc bel et bien présent. L'enjeu de la coordinatrice des métiers était alors d'informer le réseau de l'entité du campus afin de développer une coopération de l'ensemble des membres dans le but de créer des actions porteuses de sens.

L'action de sondage que nous avons conjointement menée avait permis d'expliquer l'essence du campus, sa gouvernance, ses objectifs, ses moyens d'actions. Il était néanmoins nécessaire de faire ressortir la notion de groupement et réseau d'établissements en menant des actions qui permettaient de réunir les différents membres sur les sujets porteurs. En tant que représentante du Pôle Fibres Energivie, il m'a été alors possible de définir et insister sur le rôle et la collaboration entre les deux entités, les actions conjointes et les outils créés ou en cours de création permettant de donner le pendant économique et académique.

Ces réunions d'informations m'ont permis de mener une réflexion plus approfondie sur les solutions qui me semblaient pertinentes en réponse à la problématique posée dans ce travail de thèse professionnelle.

Il m'a donc été possible de proposer des projets et actions qui me semblaient adaptés à la situation des structures avec les objectifs de faire évoluer la formation au sein des établissements du campus des métiers dans le but d'initier une montée en compétences des futurs professionnels et ainsi créer une synergie entre le Pôle Fibres Energivie et le CMQ 3^E.

II. Groupe de travail Pôle – CMQ 3^E

II.1 Retour sur le travail de sondage effectué

Le travail de sondage que j'ai effectué en collaboration avec Mélanie Trommenschlager, la coordinatrice du CMQ 3^E m'a permis d'interroger de nombreux enseignants. L'objectif de ces entretiens étant de comprendre leurs compétences actuelles et les besoins qu'ils manifestent concernant l'enseignement du BIM dans leur établissement.

Dans un second temps et après un travail d'analyse et de synthétisation de l'ensemble des entretiens, nous avons organisé une séance de restitution à l'attention de l'ensemble des enseignants, des chefs d'établissement et membres du campus des métiers.

Cette séance a été l'occasion de mettre en avant les demandes, soucis et questionnements qui étaient relativement analogue :

Le manque de formations malgré les demandes répétées des enseignants

Une demande qui semble présente depuis que le terme « BIM » est rentré dans les référentiels de diplôme et l'actualité de la construction. Pour transmettre, il faut connaître son sujet mais avec le BIM, cela n'est plus le cas pour de nombreux enseignants qui se questionnent sur leur méthodes, allant même jusqu'à douter de leur capacité à enseigner cette pratique. Car s'il est vrai qu'il faut donner confiance à l'apprenant pour le faire progresser dans son parcours, cela l'est encore plus pour l'enseignant. Nous retrouvons donc là une problématique à laquelle nous pouvons heureusement remédier.

Action nécessaire : former les enseignants

Le manque d'informations sur la thématique du BIM

La première question que nous avons évoquée est la signification du BIM en leur demandant leur définition. Les réponses étaient soit hésitantes soit ciblées sur l'outil. Il était alors évident que le terme BIM leur évoquait un impératif imposé dans leur métier d'enseignant qui se formalise par l'évocation de son utilisation obligatoire pour les examens de BAC pro, ou bien une pratique qui tend à se généraliser et qu'il faut donc transmettre. Si certains sont plus aguerris à la thématique que d'autres, il convient alors d'uniformiser une définition, ou plutôt des définitions de tous les termes, pratiques et méthodes qu'il est nécessaire de connaître.

Action : Définir un langage commun

La difficulté à trouver des ressources libres de droits, exploitables pour travailler sur la maquette numérique

La majorité des enseignants ont souhaité rapidement travailler autour de la maquette numérique estimant que cela était un prérequis indispensable à la pratique du BIM et donc à l'insertion de leurs élèves dans un futur environnement de travail. Pourtant la difficulté réside dans les efforts vains à mettre à disposition de l'équipe pédagogique des maquettes exploitables et libres de droits afin de l'utiliser à des fins pédagogiques. Action nécessaire : trouver/créer des modèles 3D informés utilisables à des fins pédagogiques.

Volonté d'acquisition ou d'utilisation d'outils permettant la pratique du BIM

Lors de chaque entretien, nous avons abordé la question des outils à disposition dans l'établissement. Nous avons ainsi constaté que chaque établissement était équipé de certains outils mais souvent relativement peu employés. De plus, l'achat de nouveaux outils de type scan 3D sont en réflexion, voire en cours d'acquisition. La question des logiciels se posait également, à savoir lequel choisir, les formations correspondantes, les coûts éventuels associés.

Action nécessaire : Capitalisation d'outils au sein des établissements du campus, élaboration d'une carte d'outils et logiciels de pratique BIM

Souhait de réaliser des actions collaboratives communes au sein du réseau

La volonté de collaborer avec d'autres établissements du réseau a été évoquée à plusieurs reprises. Certains établissements ont tenté l'expérience mais celle-ci s'est révélée infructueuse. Les causes possibles de ces échecs ont été évoquées, permettant de capitaliser les retours d'expériences. Néanmoins, certains enseignants sont ouverts et même demandeurs de mettre en place une nouvelle collaboration, ayant maintenant perçu les objectifs et intérêts du campus des métiers.

Action nécessaire : Réflexion autour d'un projet collaboratif inter-établissement

II.2 Proposition d'actions concrètes

II.2.1 Formation des enseignants

Lors d'une journée consacrée à l'innovation dans l'enseignement, sous forme de « world café » organisé par le campus des métiers dans le learninLab « C@FE » de l'IUT Robert

Schuman à Illkirch, il m'a été proposé d'animer un atelier BIM parmi les 4 qui se déroulaient en parallèle. Une quarantaine d'enseignants m'ont alors donné leur point de vue sur le BIM et son implémentation, leurs tentatives de pratiques avec leurs élèves (BAC pro et BTS), leurs difficultés, leurs besoins et leurs demandes (formations, outils...). Voici les principaux commentaires qui m'ont été faits durant les ateliers :

- Il y a un problème entre ce qui leur est demandé et ce qu'ils savent/connassent
- Ils ne connaissent pas les logiciels/méthodes à utiliser
- Manque de temps, de matériel, de financement
- Notion de collaboration qu'ils n'arrivent pas à mettre en œuvre. Pour faire de la collaboration avec les élèves, il faut déjà le faire entre professeurs (difficile à mettre en œuvre). La collaboration est pourtant nécessaire.
- Il faut déjà fixer un objectif (clarifier) : quels usages ?
- Il faut s'habituer à faire du numérique
- Il faut comprendre qu'avec le BIM, le point de vue métier est élargi, la compréhension de la construction sort du simple cercle de la pratique propre.
- Il faudrait un espace type laboratoire (le C@FE a été donné en exemple) pour pratiquer le BIM de manière collaborative et en inter-établissement. Il faut créer des situations de collaboration.

Prenant appui sur cette séance mais aussi sur l'ensemble des entretiens et des discussions que j'ai pu avoir avec les enseignants, chefs d'établissement, inspecteurs académiques, il est indéniable que des formations doivent être déployées pour leur permettre de transmettre de manière optimale les pratiques liées au BIM.

Nous avons pu constater que selon les niveaux de formation, les savoirs et compétences à acquérir ne sont pas identiques, on ne parle pas du BIM de la même manière avec un bac pro qu'avec un étudiant ingénieur. La mise en place de formation par niveau semble donc la plus appropriée.

Il est alors envisagé la création d'un pôle de compétences, regroupant les enseignants volontaires et déjà connaisseurs, voire experts des pratiques BIM qui compléteront leur savoirs et compétences manquantes afin d'informer et de diffuser les savoirs nécessaires à chaque enseignant en demande. Les formations dispensées seront pensées par niveau, d'une échelle de 1 à 5 par exemple, allant de l'information jusqu'à la pratique des logiciels et de la gestion du processus de travail. Le fait de penser ces formations pour des supports donnant la possibilité à chacun de se former à son rythme, où il le souhaite, permet de pallier les contraintes tant horaires que de charges de travail. Il faut dans un premier temps éviter la coercition, qui à mon sens n'amènerait que du désintérêt, voir du rejet de ces formations. Il est alors plus judicieux de les proposer comme un atout supplémentaire du réseau du campus des métiers qui leur permet de rester compétents face à une société qui évolue. L'intérêt est de leur présenter le BIM de façon à leur rendre la pratique accessible.

En parallèle, un espace « banque de compétences » pourrait être constituée de manière à regrouper des tutoriels, expérimentations, applications pratiques sous forme de TD, bonnes pratiques, veille sur le sujet, où chacun va puiser des éléments selon ses besoins afin de toujours pouvoir s'adapter aux évolutions de cette pratique.

II.2.2 Expérimentations collaboratives

Le réseau rassemble de nombreux établissements qui couvrent l'ensemble des professions du secteur du BTP, ce qui en fait une force pour l'implémentation du BIM car l'ensemble des acteurs œuvrant sur un projet y est présent, le travail collaboratif peut donc être envisagé de façon très réaliste et donc offrir une pédagogie au plus près des besoins réels du secteur.

Le campus des métiers est alors idéal pour l'apprentissage de la culture collaborative, en effet, les formations proposées dans leurs établissements d'enseignement regroupent la totalité des corps de métiers du secteur. Des actions collectives peuvent aisément être mises en place pour faire travailler les profils issus des différents métiers. Les entretiens que nous avons eu l'occasion de mener auprès des enseignants nous ont appris que la plupart étaient favorables, voire dans l'attente de pouvoir créer des projets communs afin d'appliquer le BIM dans les enseignements.

La seconde réunion du groupe de travail a été l'occasion de présenter ma proposition de mise en place d'une expérimentation inter-établissement. Je leur ai exposé la méthodologie de cette action qui se veut être réfléchie et coconstruite de façon à obtenir les meilleurs résultats et apporter une réelle plus-value à l'enseignement. A ce jour, 7 établissements souhaitent y prendre part, l'objectif de cette année étant d'évaluer les besoins et contraintes calendaires de chacun afin d'établir un cahier des charges du projet pour l'expérimenter durant l'année scolaire 2019-2020. Il a été décidé de créer un espace de partage afin de centraliser les informations utiles à la mise en place et la communication du projet ainsi qu'à son déroulement ; l'utilisation d'une plateforme collaborative permet alors de poser les bases de la collaboration et d'être alimentée par les participants.

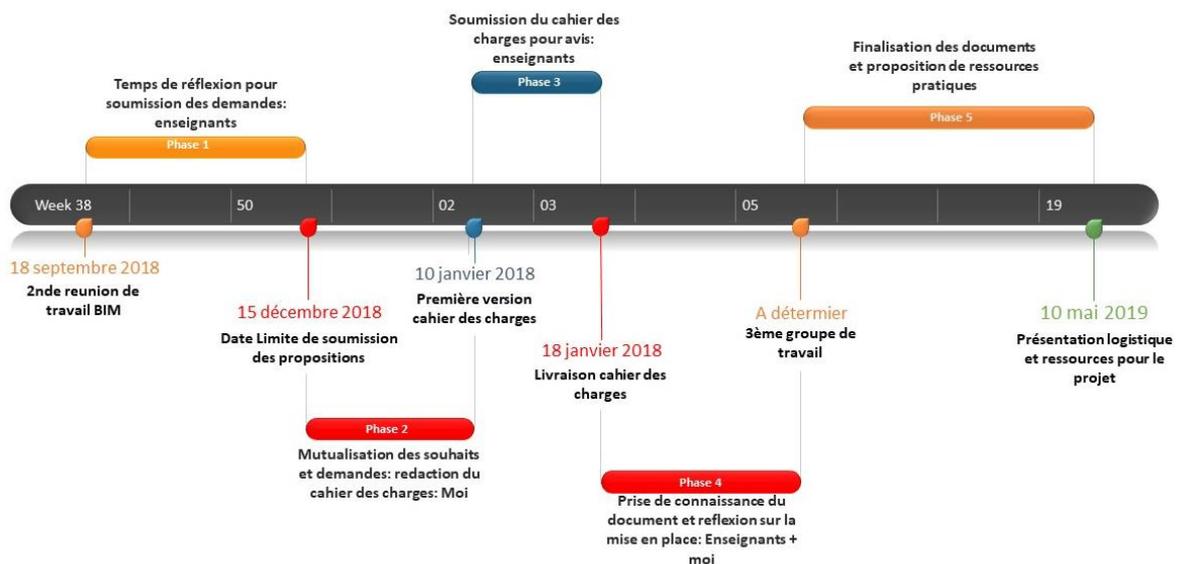


Figure 35 - Rétroplanning sommaire du projet inter-établissement, source personnelle

Des appréhensions ont été relevées, notamment la gestion du projet dans son ensemble. En effet, lors d'un entretien avec un professeur, il nous avait fait mention d'un test à l'échelle enseignante d'un projet collaboratif (au sein du même établissement), après un démarrage enthousiaste, le projet s'est arrêté. La cause ? L'absence d'un « chef de projet » qui valide les étapes du processus. Prenant ce retour d'expérience en compte, nous avons communément décidé que je jouerai ce rôle, afin de valider et synthétiser dans un premier temps les différents paramètres à prendre en compte pour l'édition du cahier des charges.

Le projet a été lancé et la première étape de synthèse et validation est prévue pour le début de l'année 2019.

La motivation des acteurs du groupe de travail permet d'initier des actions dans de bonnes conditions, tout en envisageant de bonnes chances de réussite. La force de ce campus des métiers me permet alors de proposer les outils qui me semblent pertinents pour un meilleur apprentissage des pratiques BIM.

III. Outils des EPA

III.1 Projet d'Espace d'Enseignement Virtuel

III.1.1 Présentation du projet

Le Pôle Fibres Energivie, lauréat de l'appel à projet « Espace de construction collaboratifs »³⁰, proposera sous peu aux professionnels l'accès à l'Espace de Construction Virtuelle. Cet espace ayant vocation à faciliter les échanges entre professionnels afin de mener à bien un projet dans un processus collaboratif avec l'usage d'outils BIM. Situé non loin de l'IUT Robert Schuman à Illkirch Graffenstaden, l'ECV jouxte un espace non attribué qui permet d'imaginer la conception d'un learningLab BIM, véritable espace d'enseignement virtuel. Cette projection offre la possibilité d'esquisser une synergie entre les académiques et les professionnels et de fédérer des échanges entre les deux mondes afin de les rapprocher.

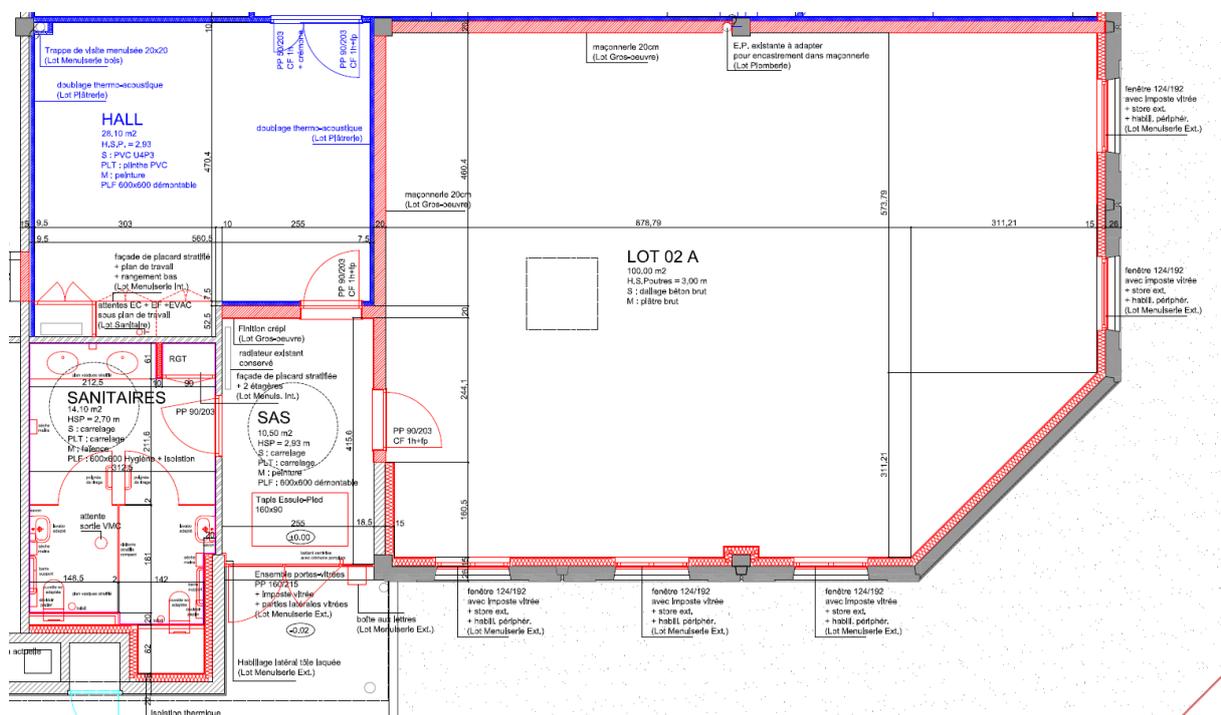


Figure 36 - Plan de l'espace disponible jouxtant l'ECV - document mis à disposition par la SERS

Cet espace que j'imaginai être un réel atout en tant qu'outil physique dans l'enseignement du BIM et dont j'évoquai les intérêts dans le chapitre 4 me semble être tout à fait pertinent

³⁰ <http://www.batiment-numerique.fr/index.php?mact=News,cntnt01,detail,0&cntnt01articleid=55&cntnt01returnid=53>

dans le cadre du campus des métiers. L'étendue géographique des établissements membres du campus réduit les actions pédagogiques communes, qui sont pourtant souhaitées et envisagées, de plus, la diversité des profils des futurs usagers leur donnerait la possibilité de pratiquer le projet à l'image de la pratique professionnelle. A la fois espace de pratique du projet, d'échange, de partage et de capitalisation d'informations, il se veut ouvert à l'innovation, à de nouveaux modes d'apprentissage et de travail à l'image des learningLab.

Si le LearningLab traduisait une proposition d'outil adapté à l'enseignement du BIM il y a encore 1 an, il constitue aujourd'hui un projet réalisable, voire même envisagé. Le campus a évoqué le souhait de proposer la création de cet espace parmi les actions qui seront soumises dans la réponse à l'appel à projet du PIA 3³¹ qui permettrait de le financer, ainsi que les ressources (matérielles et humaines) nécessaires à son utilisation. En effet, le Campus des métiers ne peut pas, en l'Etat actuel, financer un tel projet. Néanmoins, la volonté de l'état quant à la pérennisation des campus des métiers laisse présager que les appels à projets soutiennent les projets à forte valeur ajoutée, comme ce peut être le cas avec la conception d'un environnement propice à l'apprentissage du BIM. Les formations proposées à l'heure actuelle ciblent majoritairement les professionnels et leurs coûts varient de 500€ à 1000€ par jour. Il faut alors pouvoir pallier ce frein financier qui existe surtout pour les TPE et PME en favorisant l'insertion de jeunes diplômés formés à cette pratique.

Bien que le projet ne soit pas pour le moment réellement initié, je me base sur les discussions et recherches concernant la création de learningLab et salles innovantes pour annoncer un budget de travaux et d'aménagements (mobiliers et matériels technologiques) compris dans une fourchette entre 70000 et 100000 euros.

L'espace disponible à proximité immédiate de l'ECV me permet de proposer mais aussi d'esquisser ce que pourrait être le futur espace de formation du campus des métiers. Afin de renforcer l'action du campus, sa visibilité mais aussi celle de Pôle, ce projet pourrait donner lieu à une expérimentation pédagogique en vue de faire évoluer l'enseignement et les pratiques du BIM dans le Grand Est. La mise en pratique du projet et l'acceptation de changer les pratiques pédagogiques par le corps enseignant et les apprenants peuvent être facilitées par la co-conception.

III.1.2 Co-conception du LearningLab

Il s'agit d'une méthodologie orientée usagers constituant une démarche créatrice qui place les utilisateurs au centre de la démarche de réflexion et de design d'un espace. Désireuse d'approfondir le travail autour du LearningLab, il me semblait nécessaire de rendre cette expérimentation concrète en réunissant étudiants et enseignants le temps d'une séance créative de co-conception. Cette séance de travail me permet également de tester la démarche collaborative en équipe pluridisciplinaire au sein même du campus.

L'objectif était de réunir un groupe d'apprenants aux profils divers mais complémentaires issus des différents établissements membres du campus des métiers (INSA, ENSAS, IUT, CFA, lycées) et au minimum un enseignant afin de leur proposer d'élaborer, de manière créative le futur espace de formation BIM durant une séance de travail de 3h, suivi d'un retour d'expérience à vif.

³¹ Les PIA sont des investissements d'avenir de l'état, le PIA 3 constitue la troisième vague d'appels à projets qui visent à soutenir l'innovation et la recherche, avec un axe spécifique aux campus des métiers avec un budget annoncé de 50 millions d'euros.

Préparation de l'expérimentation

Introduction de la séance avec la présentation de l'atelier de co-conception (définition du terme avec l'exemple de l'expérimentation pilotée par IDEFI pour les nouveaux espaces du programme Promising³²), les objectifs de l'espace d'enseignement virtuel (séquences pédagogiques atypiques, lieu de travail collaboratif, lieu communautaire), la théorie du BIM expliquée de manière introductive, l'objectif n'étant pas de faire un cours sur le BIM mais bien de leur permettre de définir des objectifs pour la salle.

Organisation de l'expérimentation

Lieu : Labo génie civil de l'INSA

Date : 6 octobre 2018, 9h-12h, sous la forme d'un petit déjeuner créatif

Présents : 5 étudiants (ENSAS et INSA), 1 enseignant (INSA), 1 inspecteur académique

Matériel à disposition : Tout ce qui se trouve à disposition des étudiants (Ordinateurs, tableaux blancs, plan de la salle, stylo, crayon, post-its, calque...)

Déroulement de la séance

Travail collaboratif : Les étudiants ne se connaissaient pas tous, issus de 2 établissements différents et représentant 4 formations, le travail collaboratif, après un départ timide, s'est très vite initié.

Utilisation des outils : Malgré la présence d'outils informatiques, aucun des étudiants n'a fait le choix d'utiliser un logiciel pour modéliser la salle. Ils ont décidé, ensemble, de faire un brainstorming sur tableau blanc puis dessiner directement sur le plan papier.

Evolution de la conception de la salle : La réflexion menée sur les usages et l'aménagement de la salle s'est rapidement orientée vers le choix d'outils permettant la pratique du BIM au sein de cet espace de formation. Jouant le rôle de facilitatrice lors de cette séance créative, j'ai orienté la recherche vers les usages souhaités/utiles aux utilisateurs.

Résultat de la séance de co-conception

Les étudiants se sont orientés vers une utilisation mixte de l'espace, non seulement pour les séances de formation mais également pour une utilisation extra-scolaire afin de pouvoir rencontrer d'autres étudiants du secteur, de travailler avec des outils adaptés en dehors des heures de formation. Il a été également proposé de pouvoir utiliser l'espace en post-diplôme, afin de rencontrer des professionnels par exemple, lors de leur recherche d'emploi.

Pour l'aménagement de la salle, la mobilité et la multiplicité des espaces est un souhait marqué. Ainsi des modules itinérants offrent la possibilité de changer l'environnement qu'ils envisagent multiple, lumineux et équipé d'outils numériques permettant de pratiquer sur de diverses solutions logicielles. Les murs-écritoirs et les espaces dédiés aux réunions ont alors vocations à partager les idées afin de les confronter et de faire évoluer les projets.

³² Il s'agit d'un projet 2016-2018 de co-design avec les étudiants dans le cadre d'IDEFI, 25 étudiants du master interdisciplinaire Management de l'innovation de Grenoble IAE : <https://www.learninglab-network.com/les-etudiants-un-atout-dans-votre-demarche-de-conception-dun-learninglab/>

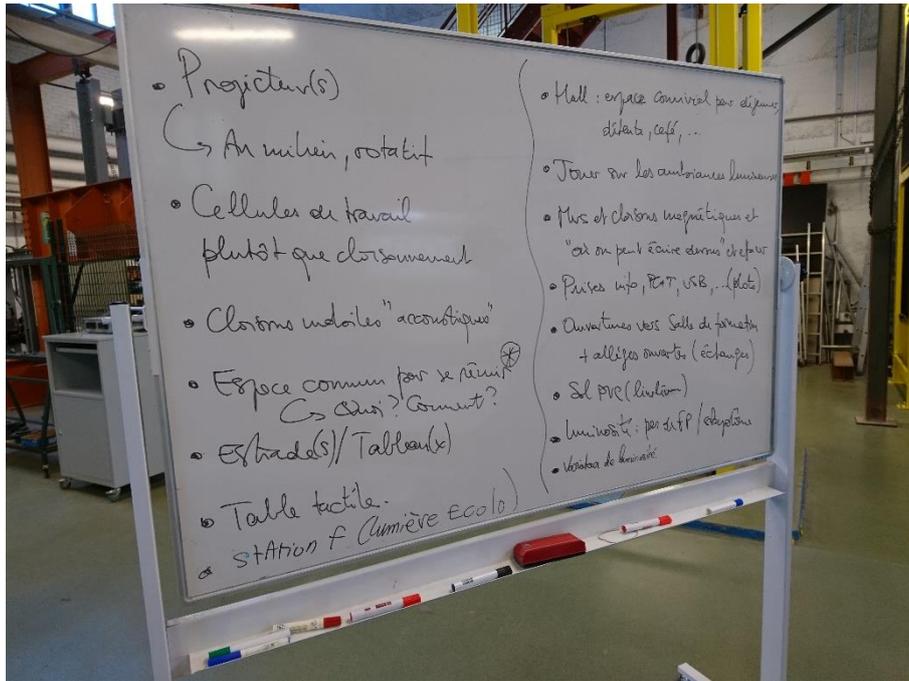


Figure 37 - Brainstorming en début de la séance de co-conception



Figure 38 - Schématisation de l'espace conçu par le groupe d'étudiants

Bilan et retour d'expérience

Commentaires de l'équipe : Cette séance expérimentale de co-conception a été une belle réussite, les retours que j'ai eu ont été très positifs. La mise en contact d'étudiants de multiples horizons leur a permis de s'ouvrir et découvrir d'autres étudiants qui se forment en parallèle. La possibilité de proposer leurs idées pour la conception d'un espace qui leur est destiné a été une première pour l'ensemble des étudiants, mais tous ont dit avoir apprécié l'expérience et souhaiteraient pouvoir recommencer sur une durée plus longue.

Analyse personnelle de leur proposition : La collaboration n'est pas innée, même si celle-ci s'est bien déroulée, les débuts ont été hésitants et j'ai pu voir qu'ils n'étaient pas habitués à

cette pratique. Lorsque l'on évoque le fait de réunir les différents profils d'apprenants, je remarque que ces derniers restent cloisonnés dans leur formation ou éventuellement dans leur école. Les étudiants ont insisté sur l'importance d'avoir une connexion (visuelle, partage d'espace) entre professionnels et apprenants.

Amélioration : Il faudrait, pour que la séance soit plus représentative, consacrer plus de temps à l'exercice et réunir des profils encore plus mixtes.

Pertinence de la méthode : La méthode me semble pertinente puisqu'elle permet de comprendre les vrais besoins des usagers et d'adapter l'espace à l'utilisateur, permettant alors une pérennisation de l'usage de cet espace.

L'apprentissage du BIM vient aujourd'hui comme un complément aux formations traditionnelles du BTP, mais dans quelques années, quand le BIM ne représentera plus un complément à la profession, l'espace sera devenu le lieu de pratiques idéal pour l'ensemble des futurs professionnels, quel que soit leur formation. Il est avant tout un lieu communautaire.

III.2 Environnement virtuel numérique

A l'image du BIM en mode professionnel, l'enseignement nécessite la mise en place d'un environnement numérique permettant à l'ensemble de la communauté d'apprentissage de se retrouver autour de la thématique du BIM.

Si celui-ci n'est pas en projet immédiat au sein du campus des métiers, il serait pourtant judicieux de compléter l'environnement pédagogique avec un tel outil numérique. Les établissements d'enseignement proposent couramment un espace numérique (comme je l'ai évoqué au chapitre 1) permettant à l'apprenant de bénéficier d'informations relatives à son école ou son cursus scolaire par exemple.

Encore une fois, le campus des métiers me paraît être le « candidat » idéal pour se doter d'un environnement numérique propre à l'apprentissage de la pratique du BIM, tant au niveau des apprenants que des enseignants.

Si cet outil numérique doit être focalisé sur ses utilisateurs qui sont principalement les enseignants, les apprenants et les partenaires du campus des métiers, celle-ci peut (doit)-être également accessible pour les professionnels membres du Pôle Fibres Energivie, permettant ainsi d'enrichir la synergie académiques-professionnels.

Reprenant le schéma de briques fonctionnelles telles que des processus permettant la collaboration, il est indispensable pour le réseau du campus des métiers de s'organiser autour de ressources communes. L'exemple de la plateforme numérique créée et utilisée pour le Mastère spécialisé de l'ESTP nous a apporté le témoignage qu'il s'agit d'une réelle plus-value pour l'ensemble des apprenants qui en bénéficient. La capitalisation des ressources peut être issue de la veille sur le sujet, de travaux ou de cours conçus par et pour les enseignants, de retours d'expériences ; l'essentiel étant de partager et promouvoir la montée en compétences de l'ensemble des enseignants du réseau pour à leur tour transmettre cela aux apprenants.

Outre les fonctions d'aide à l'apprentissage du processus BIM, un module d'open innovation serait un atout innovant pour permettre de créer une disruption dans les pratiques pédagogiques. Mêlant défis étudiants et approche réelle du projet, il peut être envisagé, sur la base d'un besoin réel émanant d'une collectivité ou d'une entreprise par exemple de mener un projet dans une démarche collaborative et inter-établissement afin de proposer une

réponse pertinente à la problématique du demandeur. Les projets prennent alors appui sur un cahier des charges « réel » où apprenants et professionnels collaborent à des fins pédagogiques pour les uns et professionnelles pour les autres permettant d'une part, de laisser libre cours à la créativité et à l'innovation, d'autre part de rapprocher les deux mondes.



Figure 39 - Représentation schématique des composantes de l'environnement numérique, source personnelle

Conclusion générale

Le BIM, si fortement incité ces dernières années, représente 3 lettres qui passionnent autant qu'elles effraient les professionnels, au point parfois d'y être réfractaire. Annoncé comme une révolution, cet acronyme souffrant de mésinformation, peine à s'inscrire dans l'esprit des acteurs du BTP comme une solution à de nombreux maux du secteur de la construction. Si le techno-centrisme ambiant entourant ce processus a éloigné de nombreux professionnels de son adoption, il est nécessaire de rappeler les vrais enjeux de sa généralisation. Plus qu'un outil, le BIM est un dispositif sociotechnique d'information et de communication, plaçant l'Homme au centre du processus de projet en prenant pour allier la machine. Les malfaçons dans la construction s'apparentent à un fléau dans le secteur du BTP mais il est possible, fondamental même, d'y apporter urgemment un correctif permettant à l'industrie du BTP de se relever. Le manque de compétences des professionnels représentant un frein important à la généralisation du BIM, la formation semble alors être une réponse pertinente. Il s'agit alors de construire un nouvel écosystème d'apprentissage pour préparer les futurs professionnels du BTP afin de donner à voir ce que sera demain et non plus ce qu'était hier.

Le sujet n'est pas novateur et bien des établissements se sont emparés de la question faisant alors figure de vitrine quant à l'adaptation des pratiques visant à transmettre le BIM. Bon nombre d'actions remarquables offrent un socle de dispositifs transposables et des retours d'expériences permettant de mener une réflexion sur des dispositifs et outils adaptés à un réseau d'établissements comme le campus des métiers. Ce travail d'analyse sur les prérequis indispensables à la pratique du BIM en entreprise me permet de proposer des outils pertinents afin de guider l'apprenant dans son parcours d'apprentissage jusqu'à son accompagnement vers le monde professionnel. Il faut offrir aux futurs professionnels un environnement d'apprentissage structuré leur permettant de découvrir et comprendre le processus BIM, ses enjeux et de l'expérimenter dans un contexte se rapprochant de la réalité en se confrontant à la multiplicité des profils d'acteurs du BTP. En proposant un EPA composé d'un espace d'enseignement virtuel ainsi que d'un environnement numérique d'apprentissage, la construction des savoirs et des compétences est optimale. De plus, la constitution d'un réseau alliant académiques et professionnels crée un effet de synergie, atout indéniable de la préparation au monde du travail. L'acquisition d'un langage commun, pour l'ensemble de la communauté d'apprentissage, est un impératif à l'appropriation d'une culture permettant à l'ensemble des acteurs du secteur de travailler conjointement en vue d'optimiser le processus de construction.

L'enseignement, même optimale, des futurs acteurs du BTP est une petite pierre portée à l'édifice car les professionnels en poste restent soumis aux problématiques de formations qui sont couteuses tant en termes de temps que financiers. Le cadre pédagogique apporté par les établissements d'enseignement du Campus des métiers associé à la conception d'un espace de formation virtuel ouvrirait alors la possibilité de rendre plus accessible la formation continue de ces acteurs professionnels ouvrant la voie à la généralisation des pratiques BIM. Cet EPA, véritable compagnon d'apprentissage, est non seulement un outil transposable à d'autres groupements d'établissements d'enseignement et formation mais il a également vocation à étendre ses cibles pour faciliter l'accès aux nouvelles compétences du secteur à l'ensemble de la communauté du BTP.

Bibliographie

Documents imprimés

- [1] CELNIK Olivier, Éric LEBEGUE et Guersendre NAGUY, Partie 5. Se former au BIM, *in*, BIM et maquette numérique. 2^{ème} édition. Coéditions Eyrolles et CSTB, 2015, 764p. pp 397-476
- [2] CHARLIER Bernadette, Monique GRANDBASTIEN, France HENRI et David PERAYA. Les Environnements Personnels d'Apprentissage : entre description et conceptualisation. STICEF, Recueil 2014, volume 21, 676p. pp 113-391
- [3] GIORDAN André et Jérôme Saltet. Apprendre à apprendre. Edition J'ai lu, collection Libro mémo, 3^{ème} éditions, 2015, 200p.
- [4] Groupe de réflexion académique sur les enseignements du BTP. Le BIM dans les enseignements professionnels. Académie de Toulouse, 2016, 20p
- [5] LEVAN Serge. Management et collaboration BIM. Editions Eyrolles, 2016, 208p.
- [6] MORDUE Stephan, Paul SWADDLE et David PHILP. Le BIM pour les nuls. Editions First Interactive, 2018, 458p.
- [7] PASTIAUX Georgette et Jean. La pédagogie. Edition Nathan, collection Repères Pratiques, 2006, 160p.
- [8] SAHUC Pierre-Antoine. Actes de la journée enseignement du 16 mai 2018, 4^{ème} Edition des Journées de l'Enseignement de la Maquette Numérique et du BIM en France. EDUBIM, 2018, 94p.
- [9] Technologie, Sciences et techniques industrielles. Numéro spécial : La transition numérique dans la construction. Editions Canopé, novembre-décembre 2017, 82p.
- [10] TRICOT André. L'innovation pédagogique. Editions Retz, collection Mythes et réalités, 2017, 159p.

Documents numériques

- [11]BLANDIN Bernard. L'environnement personnel d'apprentissage, un instrument pour l'apprenance ? Mai 2016. **[En ligne]** Disponible sur : https://www.researchgate.net/publication/316243860_L%27environnement_personnel_d%27apprentissage_un_instrument_pour_l%27apprenance
- [12]BLITMAN Sophie. Les Learning Labs, ces salles de cours 3.0. **In** : EducPros by l'Etudiant. 16 février 2015. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.letudiant.fr/educpros/enquetes/les-learning-labs-ces-salles-de-cours-3-0-1.html>
- [13]Communiqué de presse : Bouygues construction et centrale Lille lancent la chaire de construction 4.0. **In** : Bouygues construction shared innovation. 30 mai 2018. **[En ligne]**. Disponible sur : <http://www.bouygues-construction.com/presse/communiqu/bouygues-construction-centrale-lille-lancent-la-chaire-construction-40>
- [14]CRISTOL Denis. La folle et jeune histoire des « Labs » pédagogiques, Living Labs, Fabs-labs, Labs pédagogiques-Learning-Lab. **In** : Thot Cursus, Formation et culture numérique. 31 octobre 2016. **[En ligne]**. Disponible sur : https://cursus.edu/articles/36226/la-folle-et-jeune-histoire-des-labs-pedagogiques#.W77oqPY6_BU
- [15]Directive Européenne 2014/24/UE. **In** : Legifrance.gouv.fr, le service public de la diffusion du droit **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000030616160&categorieLien=id>
- [16]GLADY Nicolas. L'école-plateforme : le cœur de l'écosystème économique. **In** : Transformer l'école dans un monde digital, un blog EducPros. 25 mai 2017. **[En ligne]**. Disponible sur : <http://blog.educpros.fr/nicolas-gladly/2017/05/25/lecole-plateforme-le-coeur-de-lecosysteme-economique/>

- [17] GOMAERE Géraldine. Qui sont les profils des générations X, Y et Z ? **In** : Le journal du CM, l'actualité du social média et du digital, 10 mai 2017. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.journalducmm.com/generations-x-y-z/>
- [18] Guichard Sophie. Les étudiants : un atout dans votre démarche de co-conception d'un LearningLab. **In** : LearningLab Network **[en ligne]**. Disponible sur : <https://www.learninglab-network.com/les-etudiants-un-atout-dans-votre-demarche-de-conception-dun-learninglab/>
- [19] GUILLON Nicolas. L'école du BIM ouvre en Normandie. **In** : Le moniteur. 29 février 2016. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.lemoniteur.fr/article/l-ecole-du-bim-ouvre-en-normandie.1080504>
- [20] KYU LAB et ACTH. Rapport de synthèse. Etude sur l'évolution de l'ingénierie française de la construction liée au BIM. OPIIEC, juillet 2016. **[En ligne]**. Disponible sur : https://www.concepteursdavenir.fr/sites/default/files/2016-09-12_bim_rapport_complet_liv1_0.pdf
- [21] Lab cdc, accélérateur de transition. Hack'archi 2018. Groupe caisse des dépôts. **[En ligne]** Disponible sur : <https://www.caissedesdepots.fr/labcdc/focus-sur-le-hackarchi-2018>
- [22] La pédagogie active avec l'A2P2, c'est quoi ? **In** : Digital Learning Academy, 17 novembre 2015. **[En ligne]**. Disponible : <https://digital-learning-academy.com/la-pedagogie-active-avec-la2p2-cest-quoi/>
- [23] LAURISSEGUES Michelle. Hermès la revue, les élèves entre cahiers et claviers. Le rôle et la place de l'enseignant après trois décennies de technologie à l'école. **In** : Educavox, le media des acteurs de l'école, 13 octobre 2017. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.educavox.fr/alaune/le-role-et-la-place-de-l-enseignant-apres-trois-decennies-de-technologie-a-l-ecole>
- [24] Le BIM, tendance métiers dans le bâtiment. Coédition de l'APEC et le CESI, juin 2017, 12p. **[En ligne]**. Disponible sur : https://cadres.apec.fr/files/live/mounts/media/medias_delia/documents_a_telecharger/etudes_des_apec/Le%20BIM%20-%20tendances%20m%C3%A9tiers%20dans%20le%20b%C3%A2timent.pdf
- [25] O.B. BIM dans l'ingénierie : 80000 salariés à former d'ici 2020, 26 septembre 2016. **In** : Le moniteur **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.lemoniteur.fr/article/bim-dans-l-ingenierie-80-000-salaries-a-former-d-ici-2020.1316969>
- [26] PAQUES Sophie. La génération Z ne veut pas apprendre comme ses aînés. **In** : Radio Londres, un coup de jeune sur l'info, 22 novembre 2016. **[En ligne]**. Disponible sur : <http://radio-londres.fr/2016/11/generation-z-apprendre-aines/>
- [27] ROONEY Kevin. BIM Education – Global – 2015 Update Report. NATSPEC, V2.0, 2015. **[En ligne]**. Disponible sur : https://buildingsmart.no/sites/buildingsmart.no/files/bim_education_-_global_-_2015_update_report_v2.0.pdf
- [28] Zoom sur le Hack'archi2018. **In** : lab cdc, accélérateur de transitions. Groupe Caisse des Dépôts. 23-24 mars 2018 **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.caissedesdepots.fr/labcdc/focus-sur-le-hackarchi-2018>

Site web

- [29] Observatoire des métiers du BTP. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.metiers-btp.fr/>
- [30] Projet National MINnD. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.minnd.fr/>
- [31] Challenge Winnov'2018. CCCA-BTP. **[En ligne]**. Disponible sur : <https://www.winnov-cccabtp.com/fr/challenges/winnov>

Etudes et sondages

- [32] BIM & You. Observatoire du BIM 2018 – Résultats et analyse. In : BIM & You le site communautaire sur le BIM. Mars 2018 **[En ligne]**. Disponible sur : <https://bimandyou.fr/observatoire-du-bim-2018-resultats>
- [33] Plan de Transition Numérique du Bâtiment, le BIM dans le secteur du BTP, Résultats de la 3^{ème} enquête réalisée pour le baromètre du PTNB sur l'utilisation des outils numériques et digitaux par les professionnels du bâtiment. Mars 2018, 56 p. **[en ligne]**. Disponible sur : <http://www.batiment-numerique.fr/uploads/DOC/Barom%C3%A8tre/PTNB%20-%20Barometre%203%20-%20Rapport%20detaille.pdf>

Colloques et conférences

- [34] Finale Nationale du concours Batissiel Plus. 6 juin 2018, Parlement Européen, Strasbourg.
- [35] Journées EDUBIM 2018 : Journées de l'Enseignement et de la Maquette Numérique et du BIM en France – 4^{ème} éditions. MINnD. 15 et 16 mai 2018, Clermont Ferrand

Annexe 1: COMPTE-RENDU DE LA REUNION POLE-CAMPUS



**COMPTE RENDU DE REUNION : CAMPUS DES METIERS
ET DES QUALIFICATIONS ECOCONSTRUCTION ET
EFFICACITE ENERGETIQUE, POLE DE COMPETITIVITE
FIBRES-ENERGIVIE 24/01/2018**

Pistes de collaboration entre le campus 3E et le pôle

Présents :

- Bernard Lickel - Directeur de l'IUT Robert Schuman, directeur du campus
- Jean- Luc Sadorge - Directeur du pôle de compétitivité Fibres Energivie
- Ludovic des Robert -Chargé de mission EDF
- Philippe Jacglin – Chargé de mission Pôle
- Sabine Mirtain Roth - Ingénieur pour l'école
- Mélanie Trommenschlager - Coordinatrice Campus des métiers écoconstruction et efficacité énergétique
- Ronan Bellier – Directeur de développement du pôle Fibres Energivie

I. Coordination des actions autour du BIM

Constat au niveau national : il y a un besoin de personnes formées et opérationnelles en BIM niveau Bac +.2- Bac +3 – Bac +5

Volonté du pôle :

- faire en sorte que la région Grand Est soit moteur dans le BIM
- avoir des étudiants formés en BIM, en cohérence avec les besoins des entreprises

Volonté du campus :

- Rendre visible les formations BIM des membres, mutualiser si besoins les outils et créer si besoin des formations inter-établissements.
- Avoir la garantie que les entreprises demandeuses en personnels formés BIM s'engagent à embaucher les étudiants formés en BIM et à prendre des apprentis/alternants en formation
- La mise place de formations initiales (type LP) ou de formations continues peut être envisagée si la demande est effective.

Action commune envisagée : organiser une rencontre de tous les partenaires pour connaître leurs besoins en formations et compétences

1. Liste des partenaires à contacter : Mélanie + Jean-Luc : 5 février
2. Invitation des partenaires : Mélanie : 12 février
3. Organisation d'une réunion de sondage des besoins mi-mars, élaboration d'un premier jet de sondage : Mélanie
4. Diffusion du sondage : après la réunion

II. Projet commun autour de l'espace de création virtuelle et de la plateforme virtuelle BIM

Projet du pôle : construire et mettre à disposition un espace collaboratif virtuel et physique pour permettre aux partenaires de collaborer autour de projets BIM. L'espace physique se situe dans un bâtiment à Illkirch. 300 m² sont disponibles, mais le pôle n'a besoin que de la moitié.

➔ **Possibilité de créer un partenariat Campus-pôle, où le campus utiliserait les 100 m² disponibles pour installer un espace de formation initiale/ continue**

Rôle du campus :

- Disposer de l'accord de l'université et élaborer un projet (PIA ou autre) autour de cet espace disponible : juin

Pôle :

- Négocier avec la SERS, la possibilité de garder les 300 m²

III. Bâtiments démonstrateurs BIM et E+C-

Dans le cadre de la *smart strategy specialization*, le pôle cherche à redéfinir des bâtiments démonstrateurs. Deux bâtiments alsaciens ont été retenus pour participer à l'expérimentation E+C- dans le cadre du campus :

- L'extension du Hall Génie Civil, IUT Illkirch
- CRITT matériaux, Illkirch,

➔ **Ces deux bâtiments pourraient faire partie des bâtiments démonstrateurs.**

Le CRITT matériaux est un bâtiment conçu en BIM.

Le Hall pourrait peut-être aussi être conçu avec la maquette numérique si ce n'est pas encore le cas.

Projet	Action	Personne en charge	Echéance
Recenser les besoins des partenaires économiques en compétences BIM	Organiser une rencontre des partenaires économiques	Mélanie /Jean-Luc	5 février : liste des partenaires à contacter 12 février : invitation des partenaires Avant fin mars : réunion
	Créer un sondage	Mélanie	En amont et après la réunion
Créer un partenariat pôle – campus sur l'ECV et la plateforme collaborative BIM du pôle	Accord de principe projet par l'université	Bernard	Début février
	Option à poser par le pôle avec la SERS pour avoir les 150 m ² supplémentaires disponibles	Pôle	Courant février
	Monter dossier PIA - IDEX	Mélanie + Sabine + Bernard	Avant fin juin
Faire des bâtiments supports à l'expérimentation E+C- des bâtiments démonstrateurs BIM	Vérifier si l'extension IUT est traitée en BIM et sinon voir si c'est possible de le faire	Renan (discussion avec la région) Bernard	Mi-février
	Faire du CRITT un bâtiment démonstrateur BIM (CRITT fait en BIM)	Renan Bellier : discussion avec la région Mélanie/Doriane	Avant fin juin

Annexe 2: QUESTIONNAIRE A DESTINATION DU MONDE ECONOMIQUE (CAMPUS, POLE)

Questionnaire de recensement du niveau de connaissances et de diffusion du BIM au sein des acteurs de la filière construction.

Le questionnaire suivant a pour finalité de déceler les tendances du BIM dans la filière construction ainsi que de comprendre les compétences actuelles et celles nécessaires à la pratique du BIM pour les différents acteurs de la filière.

- **Présentation et profil du contact**
 - Pourriez-vous expliquer votre parcours et comment vous êtes arrivé à ce poste ?

- **Le BIM dans la filière construction : généralité**
 - Qu'est-ce que le BIM à votre sens ?
 - Utilisez-vous le BIM dans vos fonctions actuelles ou avez-vous l'occasion de l'utiliser dans une fonction précédente ?
 - Selon vous, quel est l'état de l'utilisation du BIM aujourd'hui ? Est-ce qu'il existe des freins ?
 - Pensez-vous qu'il soit indispensable de généraliser le travail en BIM ? Si oui, comment ? Si non, pourquoi ?
 - Quelles sont les actions/orientations que vous prenez en matière de promotion du BIM et de la maquette numérique ?
 - Pour vous, le BIM et le travail collaboratif sont-ils nécessairement liés ?
 - Quels sont selon vous les outils nécessaires à la pratique du BIM ?

- **Compétences BIM : besoins en compétences et recrutement**
 - Quels sont les demandes des acteurs du secteur vis-à-vis du BIM ?
 - Les acteurs de la filière vous semblent-ils prêt au travail en BIM ?
 - Quels sont selon vous les profils et compétences nécessaires pour être opérationnel dans un processus BIM ?
 - Pensez-vous que l'enseignement de la filière construction soit en adéquation avec les besoins en compétences en matière de BIM ? Sinon pourquoi ?
 - Possédez-vous, au sein de la structure, des ressources pédagogiques et/ou informatives à destination des professionnels sur la thématique du BIM ?

Annexe 3: REpondants au sondage « MONDE ECONOMIQUE »

Entretien Jean Philippe DOLT – COPFI : 24 juillet 2018, rencontre dans ses bureaux

Profil : Secrétaire général depuis 2008

Etudes juridiques : doctorat

Formation droit social (marché privé/public), droit consommation.

Rôle dans la corporation : défendre l'image du métier + formation initiale et continue.

Il s'agit de garder un niveau de qualité, jusque-là, la formation était contrôlée (maitre professionnel), mais aujourd'hui tout le monde peut former.

La corporation : le bureau est rattaché à la corporation, 330 entreprises y sont membres dans le Bas-Rhin.

Concernant le BIM : 1^{ère} intervention en 2014

Qu'est-ce que le BIM ? Principalement une explication logiciel.

Puis, intégration du Pôle Fibres Energivie et participation au Club BIM.

Formations préparées en collaboration avec eux : par niveau

- Qu'est-ce que le BIM ?
- Les avantages
- S'y préparer.

Problème avec le BIM : pas d'engouement, pas d'encadrement, pas de recherche.

1^{ère} révolution : RGE (label), le BIM est arrivé quelques années après ; les entreprises ont été trop sollicitées.

Les artisans seront obligés d'y passer à cause des maitres d'œuvre, mais cela va être compliqué car ils ont beaucoup de choses à gérer.

Des solutions ?

Il faut montrer le BIM vu de l'extérieur, montrer concrètement comment ça fonctionne, pour initier. Pas de dictat.

Le collaboratif est à mettre en avant, mais attention à la balance. Les architectes prennent souvent le dessus, et cela pose un problème pour l'adhésion de l'artisan.

Il est indispensable qu'il y ait une démarche pédagogique.

Entretien Marc LINTZ – CERIB : 22 août 2018, rencontre dans les bureaux du Pôle Fibres Energivie.

Profil : Délégué à l'action régionale.

Arrivé dans le bâtiment par la voie du commerce : tissu industriel et monde des constructeurs.

Rôle au CERIB : Assurer la présence régionale, promotion de la filière (rencontrer les acteurs)

Organiser des manifestations en région (1 à 2 par région et par an.)

CERIB : 170 personnes à Epernon + labo au feu.

Ordre collectif : 45%

Ordre labo (développement, accompagnement) : 55%

Le BIM pour CERIB :

Acteur individuel : inclus dans le financement du PTNB.

L'expert pour le suivi du dossier : Paul Sauvage

Il s'agit d'une stratégie de mise en route préindustrielle

Il y a un pôle complètement dédié au BIM, 3 personnes uniquement sur cette thématique (sur 164 personnes)

Rémy Lannoy (vacataire à l'ESTP) : organisation générale plus interaction BIM sous le volet management.

Paul Sauvage : Spécialiste produit béton + système.

Santiago Rodriguez : testeur et accompagnateur

La méthode est un des points à prendre sérieusement en compte, le modèle CERIB tendrait à se développer.

Etat du BIM à son sens : rien pour le moment.

Des formations sont proposées, elles sont utilisables par tous. La demande des acteurs s'oriente vers la compréhension du processus.

Le CERIB a un rôle de diffusion de la connaissance.

Relation avec l'éducation nationale.

Plateforme POPEC : <http://www.popec.fr/CB/PC/>

Des universités d'été sont organisées : formation itinérante

Organisation de conférence web, axé enseignant mais accessible à tous : webikéo.

Entretien Patrick Sarazin – Syndicat des architectes Meurthe et Moselle : 19 septembre 2018, réponse par mail

Présentation et profil du contact

- Pourriez-vous expliquer votre parcours et comment vous êtes arrivé à ce poste ? [voir CV](#)

Le BIM dans la filière construction : généralité

- Qu'est-ce que le BIM à votre sens ? [outil de coordination et de prévision entre les différents acteurs de la construction](#)

- Utilisez-vous le BIM dans vos fonctions actuelles ou avez-vous l'occasion de l'utiliser dans une fonction précédente ? [non](#)

- Selon vous, quel est l'état de l'utilisation du BIM aujourd'hui ? [uniquement sur les gros projets.](#)

- Est-ce qu'il existe des freins ? [Absence de moyens techniques chez les maîtres d'ouvrage. Absence de rémunération du management du BIM pour la maîtrise d'œuvre](#)

- Pensez-vous qu'il soit indispensable de généraliser le travail en BIM ? [pour le neuf sans doute, en revanche c'est moins évident pour la rénovation](#)

- Si oui, comment ? [en intéressant à son utilisation tous les acteurs pour le neuf](#)

- Si non, pourquoi ? [difficulté de financer la réalisation d'une maquette numérique dans l'existant sauf dans le cas d'une rénovation complète](#)

- Quelles sont les actions/orientations que vous prenez en matière de promotion du BIM et de la maquette numérique ? [formation du personnel sur son utilisation dans notre logiciel de dessin](#)

- Pour vous, le BIM et le travail collaboratif sont-ils nécessairement liés ? **non**
- Quels sont selon vous les outils nécessaires à la pratique du BIM ? **la mise en place d'un système partagé de management**

Compétences BIM : besoins en compétences et recrutement

- Quels sont les demandes des acteurs du secteur vis-à-vis du BIM ? **avoir une rémunération correspondant au travail complémentaire rendu nécessaire**
 - Les acteurs de la filière vous semblent-ils prêt au travail en BIM ? **théoriquement oui, pratiquement non**
 - Quels sont selon vous les profils et compétences nécessaires pour être opérationnel dans un processus BIM ? **accepter d'organiser ses fichiers selon une charte stricte**
 - Pensez-vous que l'enseignement de la filière construction soit en adéquation avec les besoins en compétences en matière de BIM ? **ne sais pas**
- Sinon pourquoi ?
- Possédez-vous, au sein de la structure, des ressources pédagogiques et/ou informatives à destination des professionnels sur la thématique du BIM ? **assez peu**



Architecte

M e m b r e
fondateur et cogérant d'In Situ architectes, Patrick est diplômé Architecte DPLG de l'ENSA de Nancy, où il a suivi un cursus de « projet urbain », en complément de celui du « projet architectural ». Cette orientation l'a conduit à exercer pendant près de 17 ans dans le cadre d'un bureau d'études d'urbanisme (URBAM Conseil). A cette occasion il a suivi une formation complémentaire de développement et de management de la démarche qualité. Cela lui permet de mettre en place et de suivre les dispositifs d'assurance qualité des études produites par In Situ.

Parallèlement dix années de pratique de l'enseignement, et presque autant de participation aux instances syndicales et ordinaires de la profession, lui ont conféré un sens de l'analyse, de l'écoute et de l'explication lui permettant d'animer les réunions ou groupes de travail.

Participant à l'élaboration de projets de construction ou de restructuration de locaux professionnels ou techniques, dans différents secteurs d'activité (administration, énergie, transport, stockage, chimie...), Patrick a développé une riche expérience en matière de mise aux normes dans la recherche de l'amélioration du confort des usagers.

Patrick SARAZIN

Architecte DPLG

Formation

- 2017 : le BIM, Management de projet avec échanges IFC autour de la maquette numérique - 3 jours - CAD Equipement - formation labellisée
- 2015 : logiciel de dessin Vector Works - 3 jours - Stage up
- 2014 : Bâtiments passifs, l'homme et l'environnement, concevoir et construire autrement - 6 jours - ALFA - formation labellisée
- 2012 : L'étanchéité à l'air, du bâtiment basse consommation au bâtiment passif - 2 jours - ALFA, Classe 4, AVEN'R, ENSTIB
- RT 2012 Grands principes, Modalités d'application et points de vigilance - ALFA - 1 jour
- 2010 : Fondamentaux de la démarche HQE - CSTB - 2 jours
- 2009 : Code des marchés publics et jurés de concours - ALFA - 1 jour
- Bâtiments HPE et simulation dynamique - ALFA - 1 jour
- 2006 : Initiation au développement durable - ALFA - 3 jours
- 2000 - 2002 : Management de démarche qualité - AFNOR - 21 jours de formation
- 1997 - 1998 : Démarche qualité appliquée aux entreprises d'architecture - CREDEF - 12 jours
- 1987 : Architecte D.P.L.G. Diplômé de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Nancy

Expériences

- 2015 - 2017
Membre de la SPP Cadre de vie Actaliens
- 2012 - 2015
Vice président de la Commission Paritaire Nationale pour l'emploi et la formation permanente (CPNEFP) de la Branche Architecture pour le compte de l'UNSA
- 2007 - 2013
Président du Syndicat des Architectes UNSFA 54 55 88
- 2004 - 2012
Membre de la Commission Paritaire Nationale pour l'emploi et la formation permanente (CPNEFP) de la branche architecture pour le compte de l'UNSA.
- 2001 - 2012
Enseignant à l'École d'Arts Appliquées de CONDE à Nancy
- 2006 - 2010
Vice président de la Maison de l'Architecture de Lorraine
- 1989 - 2006
Chargé des études d'urbanisme réglementaire, pré-opérationnel et opérationnel, et des études et du suivi de missions de maîtrise d'oeuvre urbaine au sein du bureau d'études et d'urbanisme URBAM CONSEIL
- 1998 - 2001
Membre du Conseil Régional de l'Ordre des Architectes de Lorraine
- 1987 - 1989
Exercice en activité libérale et chargé de mission au CAUE de Meurthe et Moselle et à l'ARIM

Activité

- depuis 2014, Vice président de la Commission Paritaire Nationale pour l'emploi et la formation permanente (CPNEFP) de la Branche Architecture pour le compte de l'UNSA, & Trésorier du Syndicat des Architectes UNSFA 54 55 88
- depuis 2011 : Architecte associé gérant la transformation en scop de la sarl d'architecture InSitu Architectes
- depuis 1993 : Architecte associé, membre fondateur de la sarl d'architecture InSitu Architectes

Annexe 4: SONDAGE PERSONNEL A DESTINATION DES PROFESSIONNELS DU BTP

Savoirs et compétences BIM dans le Grand Est

Ce sondage est réalisé, dans le cadre d'une thèse professionnelle, avec l'objectif de connaître le niveau de savoirs et compétences BIM des professionnels du Grand Est.

*Obligatoire

Dans quel département se situe votre école ? *

- 08 : Ardennes
- 10 : Aube
- 51 : Marne
- 52 : Haute Marne
- 54 : Meurthe-et-Moselle
- 55 : Meuse
- 57 : Moselle
- 67 : Bas Rhin
- 68 : Haut Rhin
- 88 : Vosges

Quelle est votre année de naissance ? *

Votre réponse

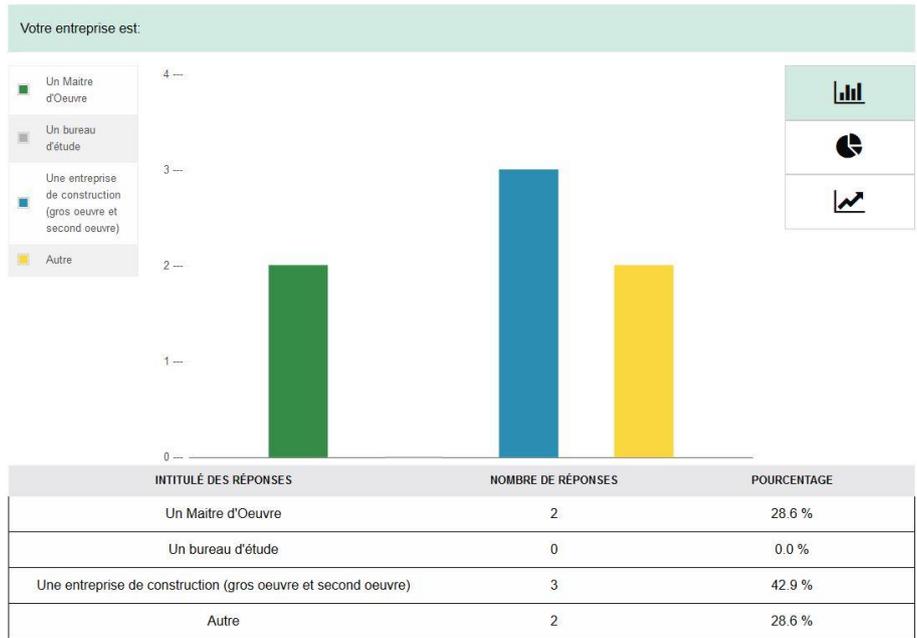
.....

Quel est votre sexe ? *

- Femme
- Homme

Votre entreprise est : *

- Un maître d'œuvre
 - Un bureau d'étude
 - Une entreprise de construction (gros œuvre, second œuvre)
 - Autre :
-
-



Quelle est votre fonction dans l'entreprise ? *

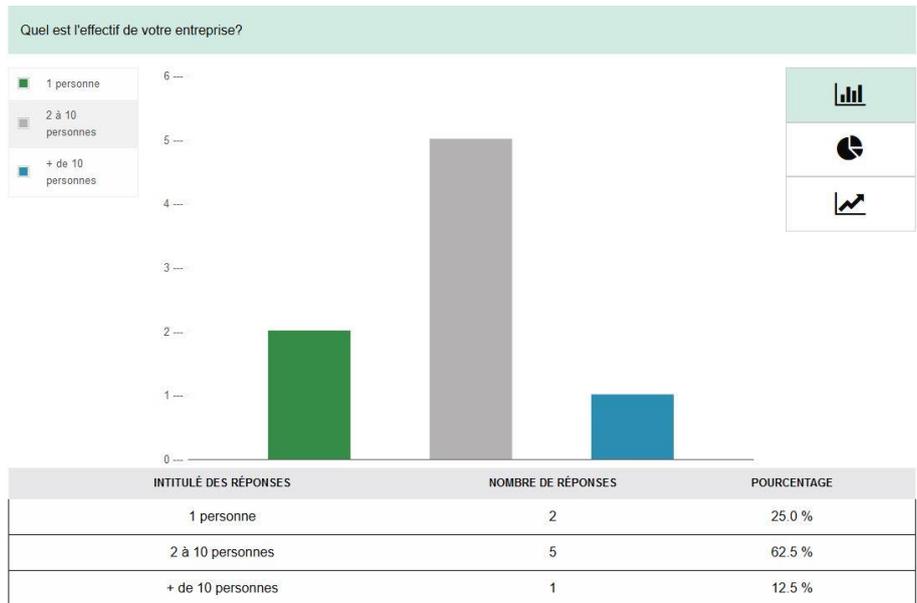
Votre réponse

.....

.....

Quel est l'effectif de votre entreprise ? *

- 1 personne
- 2 à 10 personnes
- + de 10 personnes



Quel(s) logiciel(s) utilisez-vous ? *

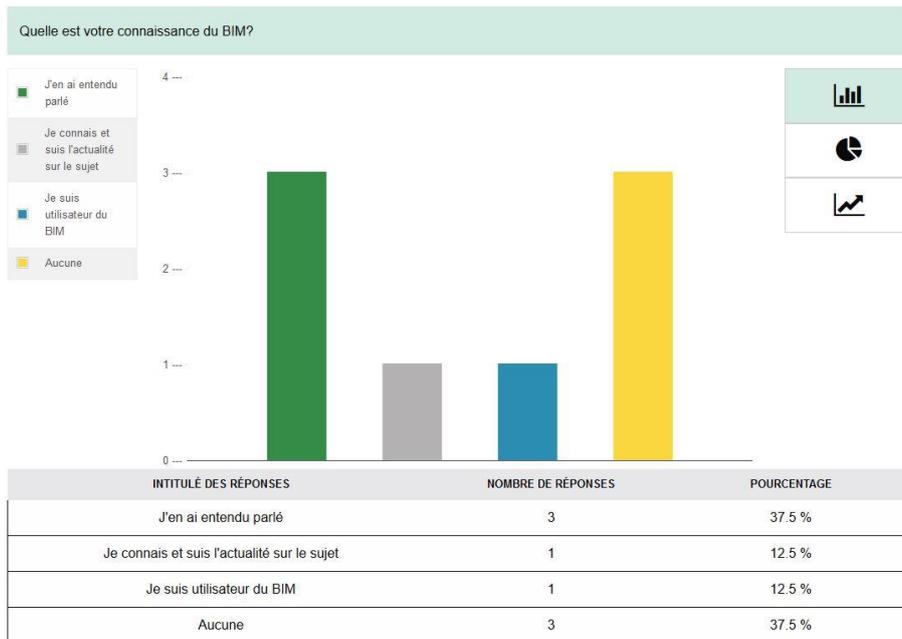
- Autocad
- Sketchup
- Revit

- Archicad
- Allplan
- Autre :



Quelle est votre connaissance du BIM ? *

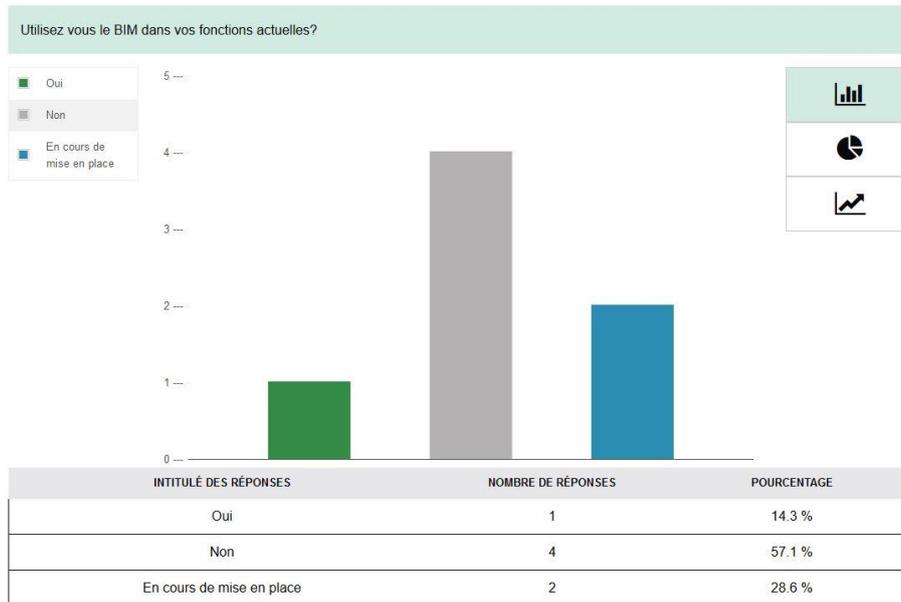
- J'en ai entendu parler
- Je connais et suis l'actualité sur le sujet
- Je suis utilisateur du BIM
- Aucune



Utilisez-vous le BIM dans vos fonctions actuelles ? *

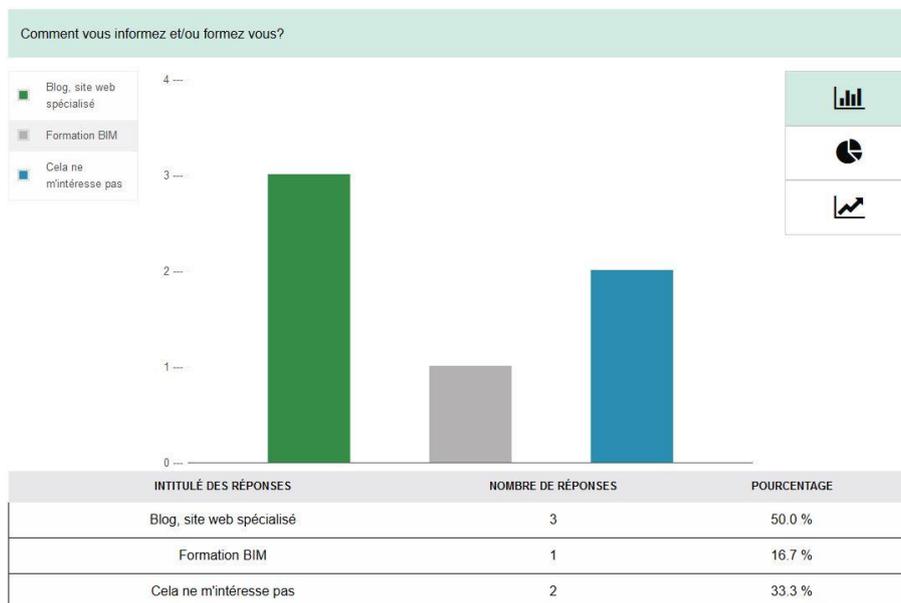
Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

- Oui
- Non
- En cours de mise en œuvre



Comment vous informez et/ou formez-vous ? *

- Blog, site web spécialisé
- Formation BIM
- Cela ne m'intéresse pas



Selon vous, quel est le niveau d'adoption du BIM aujourd'hui ? *

Votre réponse

Selon vous, quel est le niveau d'adoption du BIM aujourd'hui?

faible
Le niveau d'adoption du BIM est à ces début mais il croit de plus en plus. Aujourd'hui je l'estime de l'ordre de 5%.
Encore marginal malheureusement, mais la machine est en route

Existe-t-il selon vous des freins à la généralisation du BIM ? *

Votre réponse

Existe-t-il, selon vous, des freins à la généralisation du BIM?

oui, le temps de mise en place
Les essentiels freins à la généralisation du BIM sont : - la mise en place d'un cadre réglementaire clair, - l'accès à la formation, - les bureaux d'études fluides rétroactifs
Oui, on sent une inégalité avec les bureaux d'étude qui sont souvent en retard sur le sujet
manque de temps et de personne formée pour ce genre de chose

Quelles compétences en matière de BIM attendez-vous de vos collaborateurs ? *

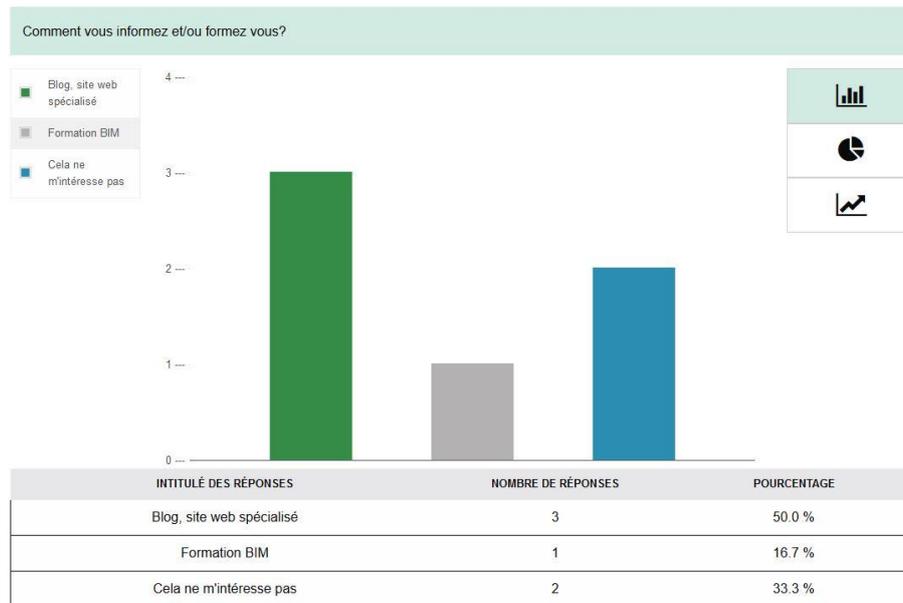
Votre réponse

Quelles compétences en matière de BIM attendez vous de vos collaborateurs?

une mise en commun rapide et efficace.
Une bonne connaissance d'une culture BIM avec la maîtrise d'un logiciel de modélisation et la connaissance des mécanismes d'échanges.
ouverture d'esprit, motivation, formation, remise en question, collaborer

Pour vous, le BIM et le travail collaboratif sont-ils nécessairement liés ? *

- Oui
- Non



Si non, pourquoi ?

Votre réponse

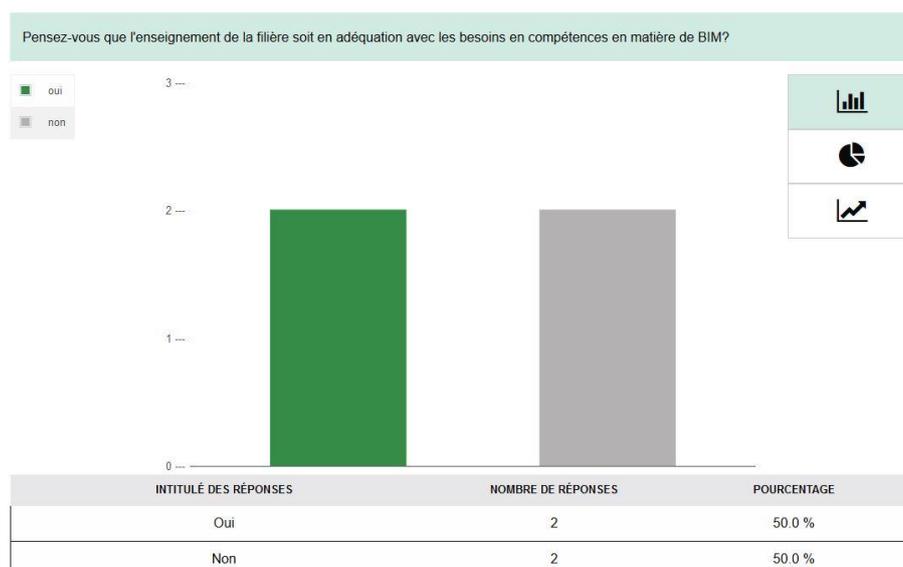
Si non, pourquoi?

beaucoup de théorie.

Trop peu de formations existent encore sur le marché

Pensez-vous que l'enseignement de la filière soit en adéquation avec les besoins en compétences en matière de BIM ? *

Votre réponse



Selon vous, comment faudrait-il enseigner le BIM ? *

Votre réponse

Selon vous, comment faudrait-il enseigner le BIM?

Mise en situation professionnelle avec plusieurs semaines d'application entre les jours de formation. (intégrer les bureaux d'étude.)
Il faudrait enseigner le BIM inter école en mettant en place des projets sur lesquels des ingénieurs et architectes pourraient collaborer autour d'une plateforme collaborative.
il faudrait l'enseigner sérieusement dès le lycée afin que cela rentre dans les moeurs chez les plus jeunes qui pourront ensuite impulser le chantier plus rapidement

Annexe 5: QUESTIONNAIRE A DESTINATION DU MONDE ACADEMIQUE (CAMPUS, POLE)

Questionnaire de recensement du niveau de connaissances et d'enseignements du BIM au sein des membres du campus (monde éducatif, formation initiale et continue

Questions pour les enseignants

- **Questions générales**

- Dans quelle matière enseignez-vous ?
- Quels niveaux ?
- Quels diplômes ?

- **Les connaissances de la personne interrogée sur le BIM**

- Pour vous qu'est-ce que le BIM ? Comment le définissez-vous ?
- Que pensez-vous de l'utilisation du BIM ?
- Quels sont selon vous les outils nécessaires à la pratique du BIM ?

- **Le degré de BIM enseigné**

- Est-ce que vous parlez du BIM à vos élèves ? Est-il mentionné dans le référentiel du diplôme que vous enseignez ?
- Jusqu'où allez-vous ? Sensibilisation ? Démonstration logiciels, présentation générale ? Exemple ?
- Pensez-vous que le niveau d'enseignement du BIM est suffisant ? Faut-il plus de BIM dans les programmes ?
- Quels sont selon vous les outils nécessaires à la pratique du BIM ?
- Pensez-vous que l'enseignement de la filière construction soit en adéquation avec les besoins en compétence en matière de BIM ? Sinon pourquoi ?
- Quels sont les enjeux du BIM aujourd'hui ?
- Quel niveau de BIM les élèves/étudiants devraient selon vous atteindre ? Comment obtenir ce niveau dans l'enseignement ? Au regard de l'utilisation actuelle du BIM ?

- **Questions plus générales en fin d'entretiens**

- Quelle est votre formation ? Parcours ?
- Comment et pourquoi avez-vous acquis des connaissances en BIM ? Formation, expérience professionnelle ? Intérêt personnel ?

Questions spécifiques aux chefs d'établissement

- Qu'est-ce que le BIM pour vous ?

Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

- Est-il important pour vous que vos élèves aient des connaissances en BIM
- Si oui, comment agissez-vous en tant que chef d'établissement pour que le BIM soit enseigné à vos élèves ? Quels moyens sont-ils mis à disposition ?

Annexe 6: REpondants au sondage « MONDE ACADEMIQUE »

Entretien Aurélien DREZET – Lycée Le Corbusier + GRETA : 26 mars 2018, rencontre au lycée Le Corbusier.

Production de documents techniques : outil Revit

Ex projet : maisons jumelées, projet classique pour apprendre l'outil.

Notion : production de maquettes numériques

Modèle archi : dessinateur projeteur

Structure : étude de descente de charge (à la main avec Excel) ; lieu de procédure avec le BIM (Robot)

Epreuve de dimensionnement structure : production plan coffrage/ferraillage

Organisation chantier : 4D sur Revit, ex : coffrage dalle, rotation banche

Utilisation de Revit

Référentiel : date de 2011, pas de référence au BIM.

Depuis 1 an, nécessité d'ajouter du BIM dans les épreuves (introduction du BIM)

3 ans de mise à niveau : obligatoire à compter de 2019

BTS, enseignement classique, donc peu de temps pour le reste (information BIM)

Circulaires nationales BTS Bâtiment

Programme trop dense pour implémenter le BIM

Il faudrait (ce serait bien) d'avoir une vision complémentaire : manque de cohésion

Les interfaces sont importantes mais ce sont plutôt les éléments individuels.

Axé sur chaque entreprise

Il faudrait plus aborder les interfaces : de quoi le monde économique a besoin ? Qu'est-ce que doit offrir le monde académique ?

Il y a un manque de communication

Quelles sont les problématiques des entreprises qui cherchent des profils BIM ?

Comment ça se passe avec leur apprentis/stagiaires ?

Nécessité de tutos pour le BIM (par logiciel) : comprendre comment on fait chaque élément pour chaque logiciel.

Parcours : BAC -> DEUG Physique Chimie -> IUP licence maîtrise génie civil -> IUFM : CAPET Génie Civil -> ENS à Cachan : prépa Agreg -> Master 2 recherche matériaux -> IUFM : stage enseignant -> Agreg

Entretien Stéphane BOUR – CESI Strasbourg : 09 avril 2018, rencontre au CESI

CESI : école d'ingénieur + centre de formation

Informatique : EXIA (initiale, ingénieur informatique)

Ingénieur : alternance, apprentissage (BTP, ingénieur généraliste/industrie) + Prépa + MS (BIM ; Développement durable ; ferroviaire)

MS BIM : Nanterre, Strasbourg, Bordeaux, La Rochelle

Mutualisation BIM avec d'autres CESI, même référentiel -> pédagogie par projet, nouvelle pédagogie

Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

S. BOUR : Enseignant formateur CESI, responsable prépa 1^{ère} année + Pilote MS BIM
Ingénieur de formation spécialité énergétique et mécanique -> MS Innovation (INSA) ->
Doctorat mécanique énergétique -> R&D
Il a travaillé dans l'aéronautique et l'automobile, REX sur le BIM, les schémas sont les mêmes.

MS BIM : formation par l'alternance

1 sem/mois au CESI

Intervenants qui viennent transférer leurs connaissances -> aborder tous les points sur le management + spécificité BIM (cadre et management de transition)

Mission en entreprise

3 profils dans le BIM : Management / Process / Technologie

1/ Modélisation : expert outil

2/ Coordination BIM : gestion et organisation BIM au sein des structures (process)

3/ Management : stratégie + opérationnel : il organise le projet pour qu'il soit en BIM

Intervention sur encadrement thèse + mission + pilotage

Expertise et haut niveau de qualité -> fait intervenir des intervenants professionnels.

Difficulté pour trouver les intervenants : tout le monde se dit expert mais ce n'est pas le cas la plupart du temps ; il faut un bac+5 min pour intervenir

Acquis pour les apprenants : sensibilisation sur le sujet + travail perso

Formation spécifique BIM de S BOUR : formation de formateur au CESI Nanterre : pilotage, encadrement, management transversal

Degré d'enseignement : Mutation, se développe de manière transversale

BIM : mot nouveau, donc compliqué

Apporter du cadre à la formation

Développement : réflexion formation qualifiante/certifiante

Manque de communication sur : success story sur les entreprises passées au BIM, montée en compétence globale

Dossier des candidats au MS : Régional -> S BOUR reçoit, évalue : entretiens -> jury régional : avis favorable, réservé ou défavorable -> profil + entreprise : commission nationale

Entretien Dominique CHERRY – CFA Colmar : 30 mai 2018, rencontre au CFA de Colmar.

CFA particulier car privé

Autocad MEP + Revit

Formation BIM Trimble + mise à disposition des licences sur les postes

Evoluer vers le BIM avec les jeunes

Plancal Nova : logiciel mep de chez trimble -> selon lui, plus de puissance que Revit

Cahier des charges -> projet, plans pour l'étude

Accord entreprise : projet terminé mis à disposition du CFA (plans, CCTP), comme si l'étude était à faire.

Les élèves préparent l'étude + le chiffrage

Mode réel : mode projet

Il faut qu'ils comprennent comment faire de manière manuel avant de passer au logiciel.

Passage formation BIM, année 2019-2020, le temps que les enseignants se forment (génie climatique + elec)

BTM : IUT, Licence pro

Les apprentis travaillent tous sur le chantier.

Lien avec Perrenoud (logiciel de dimensionnement)

Lien entre :

Etablissements

Formations

Chaine des acteurs

Réunion inter enseignant sur le BIM : groupe de travail

Initiative personnelle pour pousser à la formation.

Entretien Aline MILON et Anne BERGER – Lycée Gustave Eiffel de Cernay : 11 juin 2018, rencontre au lycée de Cernay.

CFA

BTS bâtiment : conception ouvrage/métré (EEC)

BAC pro et CAP : énergétique

Enseignement pro

Lycée

Eco construction

BAC pro

BAC pro techno

BTS topographie

Ce qui manque : infos précises et outils -> hiérarchie à mettre en place

BIM (processus) terme pas donné -> définition techno-centré

Connaissance du BIM

BIM n'est pas appliqué, peu d'entre eux ont appris à l'utiliser.

Trouver un dossier complet (pour tester en mode réel) problème pour cumuler les ressources de professionnels. Il faudrait des documents simples pour travailler avec les élèves : premiers pas dans le BIM.

Si on veut utiliser le BIM correctement, il faut un panel d'enseignants formés pour faire du BIM

Apprendre à l'utilisation : il faut un temps de formation

Pas de demande de la part des professionnels qui remonte des apprenants

Pas l'habitude de travailler en numérique pour les entreprises

Problème de superposition 2D/3D (compréhension pour les élèves)

Revit et Allplan

Formation ne correspond pas à vos attentes : formation 3D mais pas BIM

Parcours Anne Berger : BAC pro assistant architecte -> école architecte (ENSA) -> 20 ans en cabinet d'architecture -> enseignante

Parcours Aline Milon: BAC D -> école architecture (ENSA) -> cabinet d'architecte -> enseignante CFA -> enseignante lycée

Intérêt des élèves : n'ont pas vraiment de langage numérique

Sketchup/autocad/Gimp

Problèmes de surplus horaire -> n'ont pas le temps de tout faire.

Les élèves ne savent pas faire de recherches -> ne peuvent pas mener une recherche intelligente

Il faudrait qu'ils voient plus loin, pour le moment ils ont un problème de vision

Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

Il faut mettre en valeur les parcours

Ils ne sont pas très curieux, ne comprennent pas l'intérêt.

Entretien Jean-Paul WETZEL – ENSA STRASBOURG : 29 juin 2018, rencontre à l'ENSAS.

Maître de conférences titulaire ENSAS, DR en architecture

Enseigne les outils informatiques

Enseignement vertical du BIM : de L1 à M2

M1 : enseignement du processus collaboratif

Licence : apprentissage des outils

+ Cours sur le paramétrique et autre

Conception à la fabrication

M1 autour d'une plateforme BIM (BIM+ de Nemetcheck)

Travail collaboratif en faisant les jeux de rôle.

Problème de la collaboration inter-établissement car beaucoup d'étudiants et nombreux projets à gérer.

L1 : apprentissage simple (sketchup)

Cours introductif : M1 (4h pour débiter)

Test avec le CESI (pas inclut dans le projet donc pas obligatoire, ce qui pose soucis dans la collaboration)

Modélisation projet -> déposé sur la plateforme

L'année prochaine test avec groupe de 2

Référentiel propre à l'ENSAS rédigé en interne et validé par le ministère

BIM : processus création, collaboratif (ce n'est pas un outil)

Il a eu une formation au moniteur mais pas appris grand-chose. Vraiment formé sur le tas.

UEM 111 : spécifique au BIM (BIM mais sans le dire)

Oculus : matériel de l'école

Scanner 3D : souhait d'acquisition

Travail en BIM sur l'existant

La direction suit les enseignants

Entreprise bâtiment : formation et informations de base (viewer, infos maquettes...)

Entretien Éric CONTE et Doriane DROUHIN – IUT Colmar : 18 juillet 2018, rencontre à l'IUT de Colmar.

BTS + licence pro : programme change en 2018-2019

DUT :

Cours de logiciel Revit

Sensibilisation à la démarche : projet pratique

LP (construction/rénovation) formations réalisées par des vacataires :

Enseignement cours Autocad en 1^{ère} année

Introduction du BIM avec Revit par la suite

Il s'agit surtout de former pour la pratique

Hésitation sur le logiciel pour les études thermiques

2018-2019 pas de changement dans le programme national mais adaptation locale possible

DUT : plus sur les outils

LP : Explication de la démarche, aspect collaboratif essentiel

Cherche à faire une collaboration inter-établissement (rappel de notre part de la volonté du CFA et de l'ENSAS à créer des expérimentations inter-établissement)

Vacataires formés au BIM : OTE intervient

Apprentissage par expérimentation. C'est par les erreurs que les apprenants peuvent comprendre : s'en suit des explications.

Les enseignants s'auto-forment. La formation passe forcément par un outil

Une formation a été demandée au RH, hors plan de formation de l'université (possibilité : CONFI à Montpellier 5 jours mais frais déplacements / Formation 1 journée AFNOR : démarche faite)

Le programme de la LP a été rénové localement selon les retours des entreprises : avenir de la profession.

Il faut être capable de réaliser une maquette numérique

Collaborer et réaliser une étude thermique

Recherche de matériel (scan 3D...) : manque de ressources ?

Enseignant vient avec son modèle et travaille également avec OTE.

Annexe 7: SONDAGE PERSONNEL A DESTINATION DES APPRENANTS

Enseignement du BIM dans le Grand Est

Ce sondage est réalisé, dans le cadre d'une thèse professionnelle, avec l'objectif de connaître le niveau de formation du BIM dispensés dans les écoles du bâtiment du Grand Est.

***Obligatoire**

Quelle est votre année de naissance ? *

Votre réponse

.....

Quel est votre sexe ? *

- Femme
- Homme

Dans quel département se situe votre école ? *

- 08 : Ardennes
- 10 : Aube
- 51 : Marne
- 52 : Haute Marne
- 54 : Meurthe-et-Moselle
- 55 : Meuse
- 57 : Moselle
- 67 : Bas Rhin
- 68 : Haut Rhin
- 88 : Vosges

Dans quelle école étudiez-vous ? *

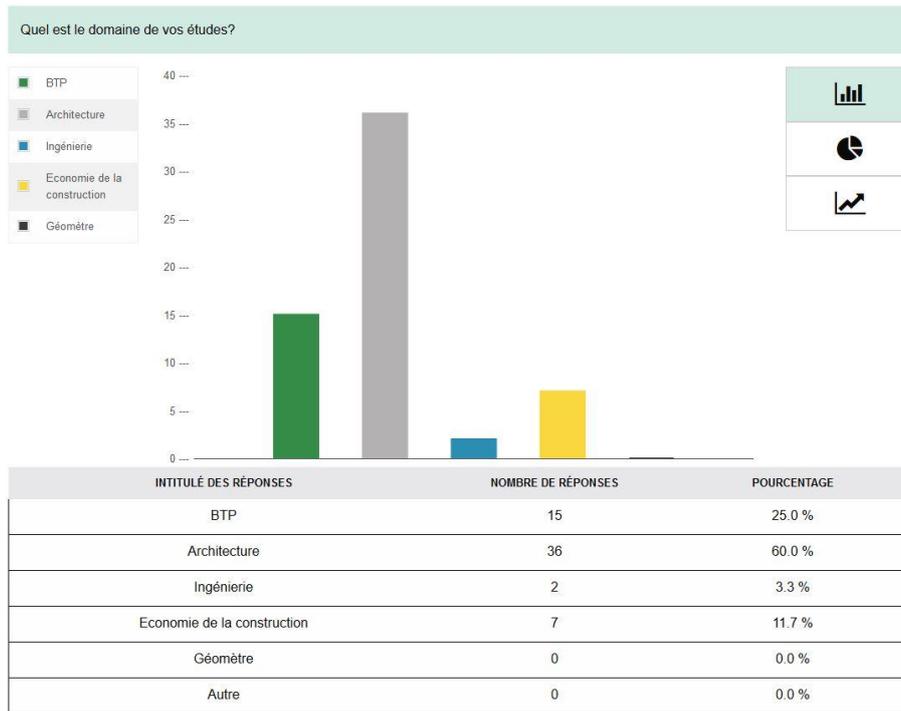
Votre réponse

.....

.....

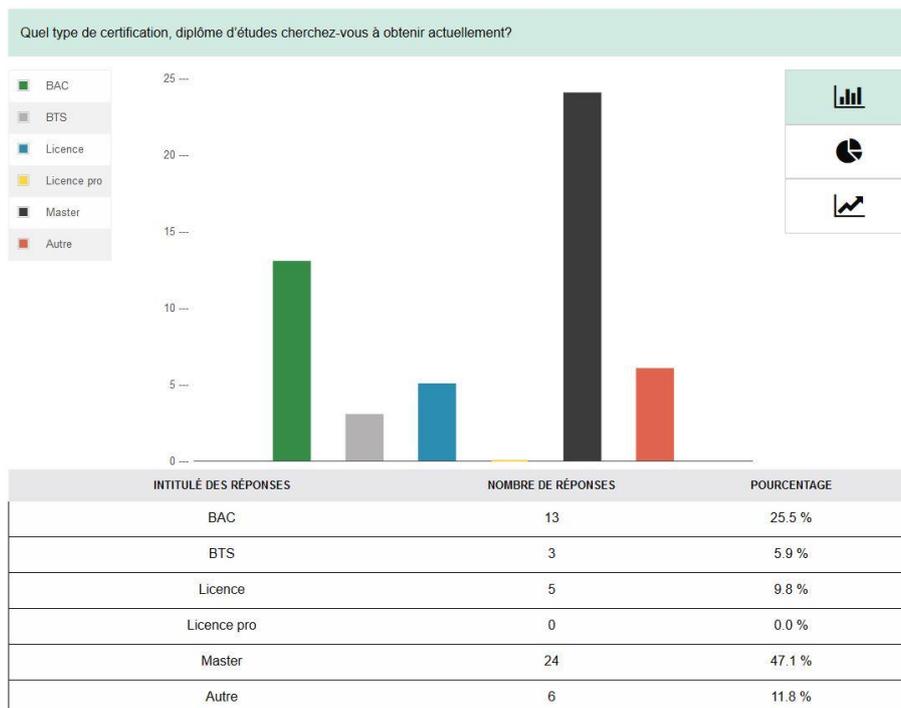
Quel est le domaine de vos études ? *

- BTP
 - Architecture
 - Ingénierie
 - Economie de la construction
 - Géomètre
 - Autre :
-
-



Quel type de certification, diplôme d'études cherchez-vous à obtenir actuellement ? *

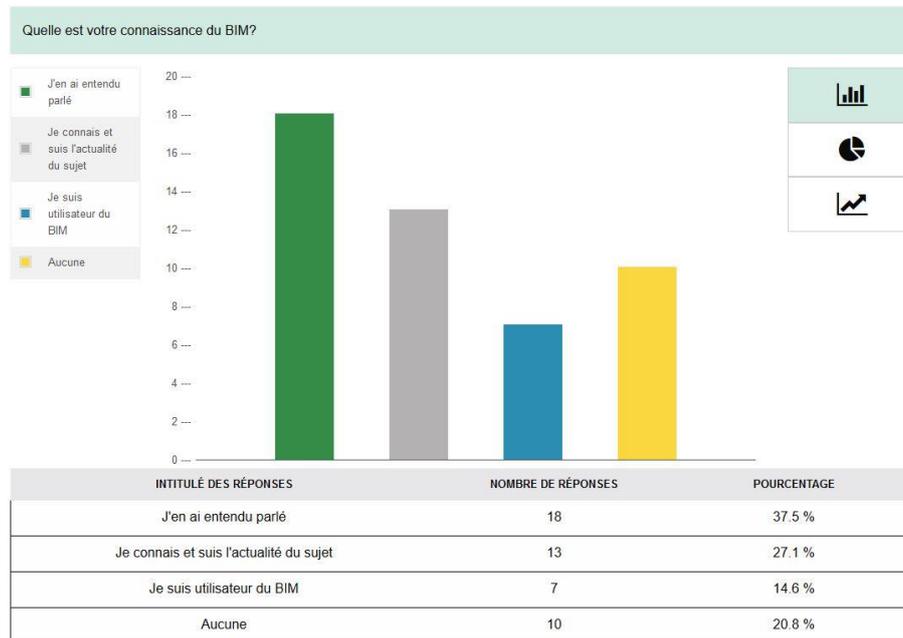
- BAC
- BTS
- Licence
- Licence pro
- Master
- Autre :



Quelle est votre connaissance du BIM ? *

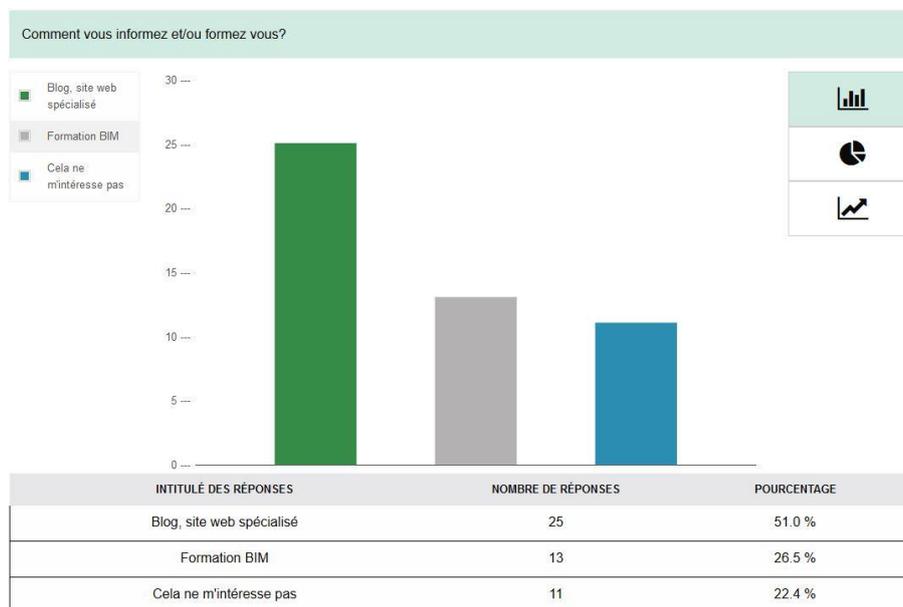
Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

- J'en ai entendu parler
- Je connais et suis l'actualité
- Aucune



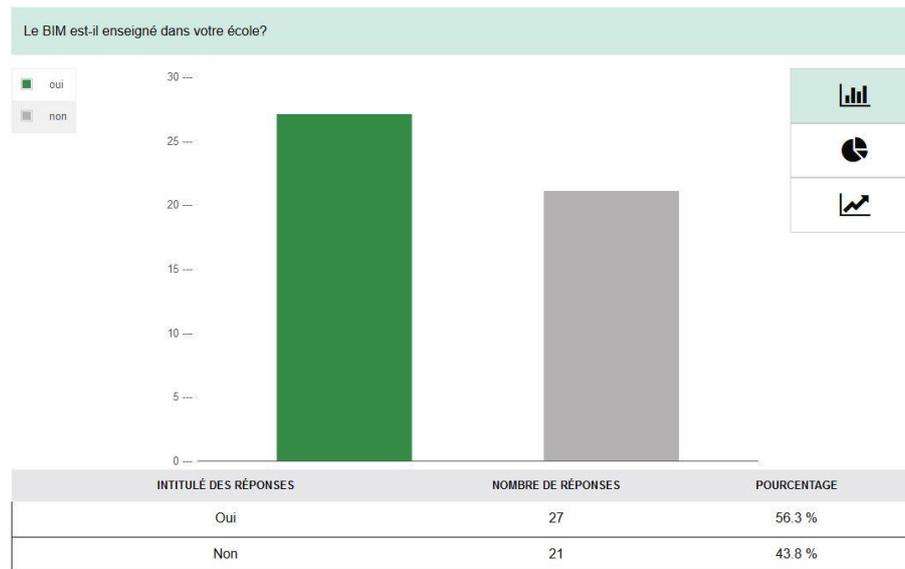
Comment vous formez et /ou informez-vous ? *

- Blog, site web spécialisé
- Formation BIM
- Cela ne m'intéresse pas



Le BIM est-il enseigné dans votre école ? *

- Oui
- Non



Si oui, de quelle manière est-il enseigné ?

Votre réponse

- Lors de cours informatique mais très peu
- Cours d'informatiques
- Lors de projets orientés BIM ou dans les cours d'informatique
- Informatique
- Cours d'informatique qui se basent sur les productions faites dans l'enseignement de projet
- Le Bim est enseigné en cours d'informatique, mais j'avoue n'avoir rien compris...
- En cours d'informatique on réalise une maquette 3d que l'on s'échange sur un plateforme bim.
- De manière très sommaire et complètement inadaptée à une utilisation professionnelle...
- En cours d'informatique. Réalisation de maquettes numériques avec renseignements et mise sur plateforme internet.
- Master BIM sur 1 an en alternance
- 2 modules de 1 semaine, avec réalisation d'un projet BIM
- Dans le cadre d'un projet
- Intervenant Extérieur, cours et formations délivrés par l'école
- Formation de quelques jours
- Année de spécialisation Projet thématique
- 1 semaine de formation par projet
- Formation REVIT
- Module spécial BIM
- 1 semaine d'initiation avec intervenant extérieur. (Tipee)

Si non, en auriez-vous besoin ?

Votre réponse

- Pourquoi pas.
- Oui pourquoi pas.
- oui, pour faire des plans.
- Peut-être.

Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

- Oui
- OUI pourquoi pas
- Oui je pense
- Oui!
- Nous en aurions besoin en ce qui concerne la multiplicité des informations, données que comprennent les bâtiments nous permettant ainsi de gagner du temps en termes de conception, et d'être d'ores et déjà formés dans un cadre universitaire pour assurer notre entrée dans le milieu professionnel où cet outil commence à devenir indispensable.
- Bien sûr car cela nous formerait un peu plus à la réalité. Mais l'enseignement informatique a l'ensas à beaucoup de retard. L'examen est une mise en page sur PHOTOSHOP! on ne nous enseigne même pas archicad alors pour le bim...
- J'ai répondu non car on a seulement eu une heure en amphi pendant laquelle nous avons globalement eu une présentation, mais on ne se rappelle même pas l'acronyme. Vraiment pas efficace, donc le bim n'est pas du tout enseigné selon moi Ne sachant pas réellement les enjeux, je ne sais pas s'il faudrait un enseignement
- oui pour travailler avec plusieurs personnes en même temps sur un même fichier.
- Oui c'est, je pense, devenu une compétence indispensable à l'emploi.

Selon vous, comment faudrait-il que le BIM soit enseigné ? *

Votre réponse

- par projets concrets en partenariat avec des entreprises
- Des cours informatique, des TD
- Avec quelques heures de manière régulière. Définition des LOD, niveaux, arborescence,... Mise en pratique dans nos projets
- Comme les cours d'informatique pour les autres logiciels informatiques. Et peut-être en plus un cours de gestion pour comprendre les différentes étapes d'un chantier, comprendre quelles sont les entreprises qui utilisent ce logiciel.
- A l'école, assez tôt pour qu'on puisse le maîtriser
- Micro projet, simulation, exemples, visites de chantiers
- Il faudrait que le BIM soit enseigné suivant deux volets : - une première approche sur les outils que comprennent le BIM par la mise en place de conférences collectives. - une deuxième approche comprenant des exercices en salle en groupe restreint permettant de mettre en pratique les connaissances acquises au fur et à mesure des conférences. Ces TD pourraient se baser sur la conception d'une forme simple pour maîtriser les outils de base, puis une forme plus complexe pour se former sur la gestion et l'optimisation des données que permet le BIM.
- Cours et pratique et TD
- Il faudrait donner les moyens aux étudiants d'être critiques vis-à-vis des outils de conception utilisés cela ne concerne pas uniquement le BIM.
- À ce jour, il y a seulement REVIT et ARCHICAD dans notre éducation. Mais aujourd'hui, il existe de nombreux programmes qui augmentent les fonctionnalités de REVIT et ARCHICAD. Il existe des programmes qui permettent de surveiller la construction en temps réel à l'aide de caméras qui suppriment la scène 3D programme corrèle avec le modèle bim. Et il y a beaucoup de tels exemples, mais nous ne les étudions pas
- avec des cours en salle informatique en mettant en pratique ce qui nous est dit
- En mettant en collaboration plusieurs étudiants de différentes formations pour corriger les maquettes qui ont été mis en place dans notre cours mais qui n'ont pas pu aboutir faute de réponse des ingénieurs participants.
- Je pense que la manière enseignée au CESI est la bonne, même si je n'ai pas encore commencé ces cours
- Par la réalisation de projets concrets
- Avec des petits cours et beaucoup de pratique et exercice

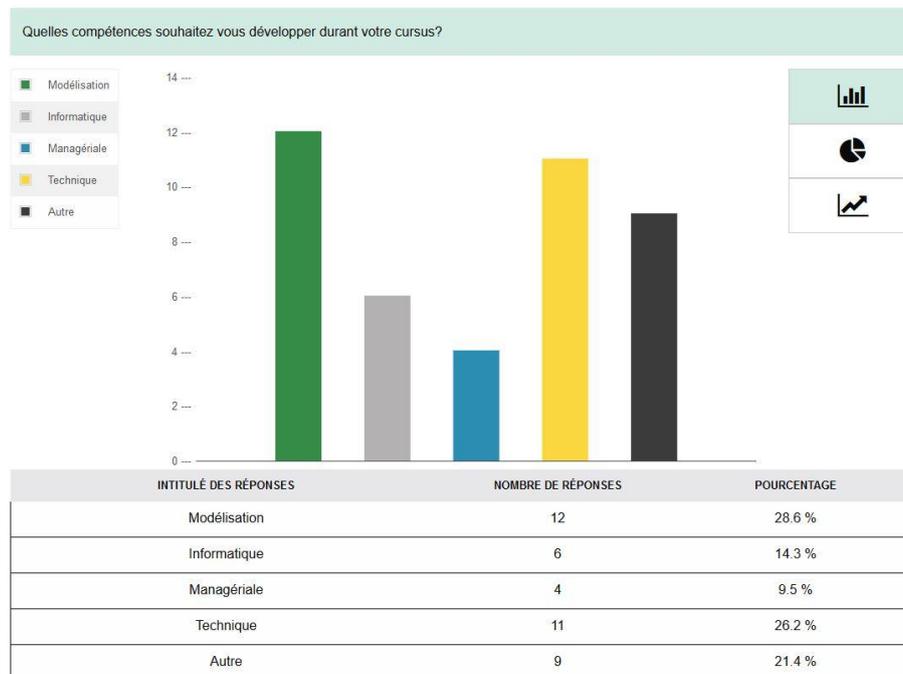
Mastère spécialisé : Management de projet de construction option BIM et maquette numérique

- En le pratiquant
- Sous forme de formations
- Dans le BTP : suivi d'un projet dans son ensemble, y compris l'étape BIM pour pouvoir voir son utilité tout au long du chantier jusqu'à remise des clefs
- Formation par l'utilisation en petit groupe puis assistance durant les premières semaines d'utilisation du logiciel.
- En projet, sur des cas concrets
- Dans chaque projet, avec utilisation individuelle d'un logiciel de modélisation 3D.
- théorie + pratique de logiciels

Quelles compétences souhaitez-vous développer durant votre cursus ? *

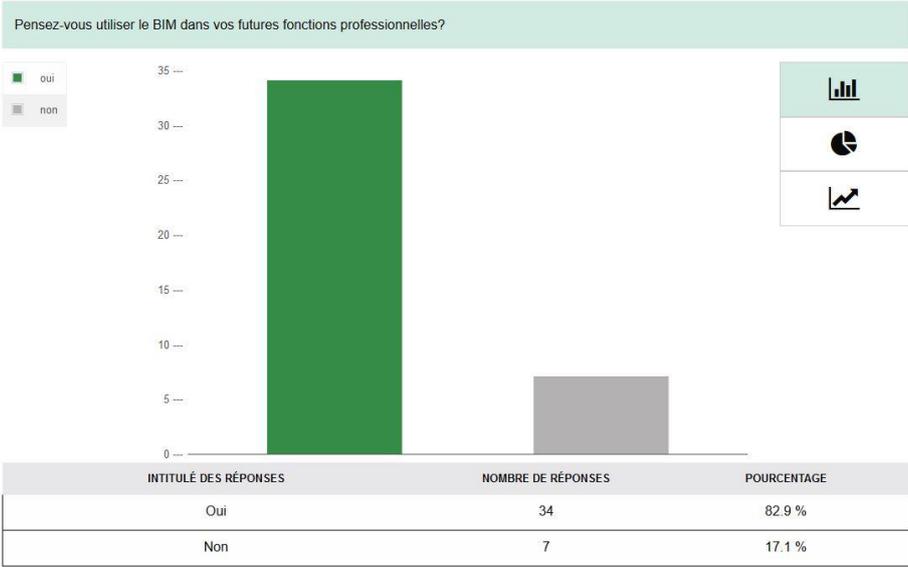
- Modélisation
- Informatique
- Managérial
- Technique
- Autre :

.....
.....



Pensez-vous utiliser le BIM dans vos futures fonctions professionnelles ? *

- Oui
- Non



Annexe 8: SEANCE DE CO-CONCEPTION DU 6 OCTOBRE 2018



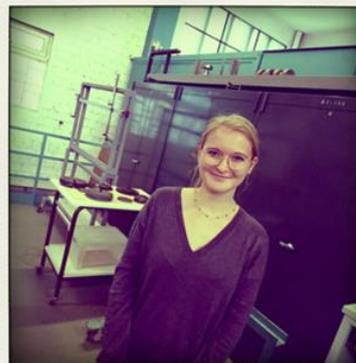
*Philippe, étudiant M2
Architecture, Ensas*



*Alicia, étudiante M2
Architecture, Ensas*



*Lamia, étudiante M2
Architecture,
section urbanisme, INSA*



*Charlotte, étudiante M2
Génie Civil, INSA*



*Laïo, étudiant M1
Génie Civil, INSA*

La présentation de la séance, PowerPoint préparé pour l'occasion.

Session de créativité

Co-conception d'un espace d'enseignement virtuelle type learningLab

Bonjour à tous



Qu'est ce que le BIM?

- **BIM pour Building Information Modeling (Model, Management)**

Le « B » pour building = il s'agit là de la construction (au sens large)

Le « I » pour information = C'est là que réside le changement, nous ajoutons une information à un modèle 3D

Le « M » pour model = nous parlons de la base de model (générée par les informations

Le « M » pour modeling = définit le travail collaboratif autour de la base de donnée

Le « M » pour management = gestion de la collaboration du processus



Qu'est ce que le BIM?

- **Quelques éléments à retenir**

- Le BIM n'est pas un outil, ce n'est pas REVIT!!!

- Il s'agit d'une méthode de travail, un processus collaboratif qui couvre l'ensemble du cycle de vie.

- Il est essentiel pour la bonne conduite d'un projet que l'ensemble des acteurs y prennent part.

- L'ensemble des corps de métiers est mis en relation autour du modèle 3D informé.

Qu'est ce qu'un Learning Lab?



- **Learning Lab ou laboratoire d'innovation pédagogique:**
Selon, la charte Learning Lab Networks: « Un Laboratoire d'apprentissage est un lieu et un écosystème d'expérimentation et d'innovation sur les nouvelles formes de travail et d'apprentissage collaboratif. Ces espaces collaboratifs innovants ont recours simultanément aux outils numériques, aux environnements, équipements, supports d'apprentissage et méthodes pédagogiques favorisant l'intelligence Collective »

Qu'est ce qu'un Learning Lab?



Les prérequis pour un Learning Lab:

- Disposer d'un lieu autonome pour accueillir des formations, des rencontres, des expérimentations, de la recherche...
- Un ensemble d'équipements numériques dédié au travail collaboratif, à distance, en réseau
- Tester et développer des modes d'apprentissage innovants
- Privilégier l'apprentissage des compétences numériques

Qu'est ce qu'un Learning Lab?



- 1 – Des surfaces écrites permettant de noter ses idées
- 2 – Des vidéo projecteurs et des écrans de projections
- 3 – Des équipements mobiles permettant la multiplicité des situations pédagogiques
- 4 – Des couleurs et matériaux chaleureux



Qu'est ce que la co-conception?

- **Co-conception ou Co-design:**

Il s'agit d'une méthode de conception collaborative. L'atelier proposé aujourd'hui vise à concevoir un espace en prenant en compte les avis et les besoins de ses usagers.

Visuels issus d'une séance de co-conception pour concevoir et aménager les nouveaux espaces du programme Promising soit environ 400 m² (co-conception menée sur une semaine)



Aujourd'hui, quels objectifs?

- **Co-conception de l'espace d'enseignement virtuel:**

Un espace de 100 m² est défini, il jouxte l'ECV (Espace de construction virtuel) qui va être utilisé par les professionnels pour la pratique collaborative du projet BIM. L'idée est d'y accoler un espace de formation afin de créer une synergie académique – professionnelle.

Il s'agit de définir cet espace selon vos besoins et vos pratiques:

- Comment voyez-vous l'aménagement de cet espace?
- Quels sont les outils que vous souhaiteriez avoir?
- Quels sont vos besoins?
- Comment souhaiteriez-vous que cet espace fonctionne?



Comment fait-on?

- **Soyez créatif, la séance est libre...**

Les règles? Il n'y en a pas... ou presque pas.

Pas de restrictions, pas de critiques, 3h, le matériel dont vous disposez et vos idées!

Vous avez chacun vos savoirs, vos connaissances, vos compétences: communiquez, partagez, c'est un travail d'équipe. A l'image du projet de construction, il faut savoir coopérer, communiquer... collaborer!

A vous de jouer!

La séance de travail.

Sur le tableau nous avons écrit tous les éléments que nous souhaitons trouver dans la salle.
Sur le plan, représentation des espaces et équipements que nous imaginons :

- Une peinture aimantée pour pouvoir afficher des plans ou toute sorte de documents.

- Pour le rangement, des meubles bas, à 70 cm peut être + tout un mur de rangement (toute hauteur)
- Pour le projecteur, nous aimerions que celui-ci soit rotatif et placé au milieu de la salle de manière à pouvoir projeter sur tous les murs principaux de la salle.
- Pour amener les prises nécessaires, nous avons pensé à des plots d'alimentations disposés dans les 4 espaces de travail
- Eventuellement une table digitale bien que cela représente un investissement
- Idée d'avoir des modules composés de plusieurs plans de travail, par exemple en nid d'abeille : modules mobiles.



Question a été soulevé : si quelqu'un souhaite travailler de façon plus individuel, isolé ? Il conviendrait alors de penser à du mobilier de travail individuel, toujours mobile ou alors aménager des banquettes qui permettraient à certains de travailler à côté mais sans être isolé, pour se recentrer sur son travail mais sans être coupé des autres.



On introduit également une relation visuelle entre l'espace formation et l'espace professionnel : création d'une « fenêtre » avec tablette qui forment un bureau pour représenter un « passe-idée ». Le confort acoustique est préservé lorsque celle-ci est fermée.

Il est également important de créer un espace convivial avec un coin café qui est commun à l'espace professionnel, vecteur de rencontres et réseautage. Il faut créer un skydome suffisamment grand pour apporter de la luminosité sinon sensation d'enfermement.

Pour le traitement du sol, nous pensons à un béton ciré du côté de l'espace convivial puis à un revêtement plastifié (linoléum) pour le reste de la salle. Pour l'espace que nous voulons initier pour les réunions et synthèses, nous aimerions changer de revêtement pour le démarquer, pas la même couleur par exemple.

Nous aimerions écrire sur tous les murs !

Il faut penser à créer un espace enseignant, avec un bureau avec la tablette de réglage (lumière, stores, musique...)

La musique est un élément important, nous aimons travailler en musique, il en existe beaucoup qui permettent de se concentrer.

Tous les éléments type lumières, sono peuvent être disposés le long de la poutre existante. Utiliser l'espace central comme lieu de réunion. Si quelqu'un a une idée, nous pouvons imaginer une petite séance présentation-brainstorming pour en débattre.

Et au niveau informatique ?

Des PCs et la table tactile mais si on veut être réaliste, il est indispensable d'avoir une station de travail assez puissante pour faire tourner les logiciels.

Nous voyons cette salle comme un espace de co-working et d'échanges, c'est l'idée de Fab-Lab

Nous imaginons également des lumières écolo (exemple de la station F, un espace de travail collaboratif à Paris), les sources lumineuses emmagasinent la lumière pendant la journée et les restituent de manière naturelle dès qu'il fait trop sombre.



Rappel de l'objectif de la salle : c'est avant tout un lieu d'apprentissage, il est indispensable de le penser de cette façon avec les outils le permettant.

Mais chacun de nous a son PC.

Oui, le Bring your Own device existe mais cela n'est pas le cas pour tout le monde et il est essentiel de proposer un vaste choix d'outils pour ne pas centrer la formation sur un seul éditeur. Parmi les enseignants à former par exemple, ils n'ont pas forcément de logiciels adaptés à la pratique.

D'accord, alors, nous pouvons imaginer avoir des ordinateurs qui sont rangés dans ce grand mur de rangement. Il faut des PC assez coûteux et il faut des écrans suffisamment grands.

Il peut être envisagé de mettre à disposition un ordinateur très puissant sur lequel tournent les logiciels puis d'avoir des ordinateurs clients.

Et les usages de la salle ?

Tout dépend de la pédagogie des professeurs. Ce serait bien que la salle soit accessible aux étudiants mais aussi à ceux qui sont déjà diplômés et qui cherchent un travail, faire du Home office. Que l'ensemble de ces personnes se rencontrent. Il peut être aussi intéressant que la salle soit ouverte aux personnes extérieures désireuses de se former ou de travailler sur la thématique du BIM. Il serait plus logique que les usagers de la salle soient proches du monde pro, à savoir Master 2 et start-up plutôt que lycéens, sinon il y a trop de différence de niveau et d'intérêt.

Rappel que dans le monde professionnel, on est amené à côtoyer des profils divers, pas le même niveau de compétences et d'utilisation du BIM, on est amené à échanger et communiquer constamment avec les autres métiers.

Ok pour les lycéens pro, nous avons remarqué aujourd'hui que les échanges, même entre nous 5 ont été enrichissants. Ce serait vraiment bien de bosser sur un petit projet, une toute petite maquette : les archis réalisent les plans, les ingénieurs réalisent les calculs, jusqu'à le construire pour de vrai.

Et si un projet collaboratif inter-établissement était initié, avec les étudiants des divers établissements du campus des métiers pour réaliser les différents rôles de processus BIM, du géomètre jusqu'aux équipes de chantier ? L'idée étant de comprendre l'ensemble de la chaîne du bâtiment de A à Z.

Ça a été testé dans notre école, entre les élèves architectes et ingénieurs mais cela n'a pas fonctionné. (Évoque l'expérimentation CESI-ENSAS dont JP Wetzler a parlé dans son entretien).

Ce serait super si un projet comme ça pouvait être fait, on pourrait enfin être en contact avec ce qui se passe réellement. Mais il faudrait que ce soit un petit projet, sinon cela sera compliqué, il faut aussi que ce soit pris vraiment au sérieux. On a l'impression que les architectes ont un peu peur du BIM.

Votre retour d'expérience à chaud sur l'expérimentation de co-conception ?

On n'a pas eu beaucoup de temps, on a aimé ça, on voit qu'en peu de temps, il nous est possible de faire quelque chose de concret. Au début, nous étions un peu déroutés de travailler ensemble sans se connaître ce n'est pas simple. Un a commencé et ensuite on a tous suivi.

Dans notre tête, en entendant BIM, il est logique de venir avec le PC en pensant que la première chose à faire est de modéliser la salle et travailler sur les outils.

Rappel : le choix était libre quant à l'utilisation des outils, rien n'était imposé, rien n'était interdit. Le travail sur papier est leur choix personnel.

Et si c'était à refaire ?

Sans hésiter mais il faut plus de temps.

Résumé

Le BIM a été présenté comme une révolution. Rapide et souvent mal informée, sa pratique n'a laissé que peu de temps aux professionnels pour s'adapter à cette nouvelle méthode de travail, freinant son implémentation. L'adaptation des modèles pédagogiques actuels en vue d'une transmission de ces pratiques plus adaptée au secteur, peut constituer un levier de généralisation du BIM.

Cette thèse professionnelle s'appuie sur une étude d'actions pédagogiques existantes mais aussi sur une analyse des besoins liés à la pratique du BIM tant du point de vue éducatif que professionnel en vue de déterminer et de concevoir un écosystème d'apprentissage applicable au réseau du campus des métiers. La proposition d'outils et de dispositifs pédagogiques adaptés à la transmission et à l'apprentissage du BIM permet d'accompagner l'apprenant dans la constitution de savoirs et compétences nécessaires à la pratique du BIM en vue de le préparer à l'économie de demain.

Mots clés : Pratiques pédagogiques, Collaboration, Compétences, Environnement personnel d'apprentissage, écosystème d'apprentissage

Abstract

BIM has been presented as a revolution. Fast and often poorly informed, his practice has left professionals little time to adapt to this new method of work, slowing down its implementation. The adaptation of current educational models with a view to transmitting these practices more adapted to the sector, can constitute a lever of generalization of the BIM.

This professional thesis is based on a study of existing pedagogical actions but also on an analysis of the needs related to the practice of BIM both from an educational and professional point of view in order to determine and design a learning ecosystem applicable to the network campus trades. The proposal of tools and pedagogical devices adapted to the transmission and the learning of the BIM makes it possible to accompany the learner in the constitution of knowledge and skills necessary to the practices of the BIM in order to prepare it for the economy of tomorrow.

Key Words : Teaching Practices, Collaboration, Skills, Personal Learning Environment, Learning Ecosystem