

# TO BIM OR NOT (to) BIM

Cas d'étude: l'agence Studiolada architectes

Mémoire de fin d'études - Master Design Global  
spécialité: Architecture, Modélisation, Environnement (AME)

Etudiante: Prommier Emmanuelle

Enseignant encadrant: Hanser Damien



## REMERCIEMENTS

Merci à l'ensemble des architectes de l'agence Studio-lada qui m'ont permis de m'épanouir au sein de leur atelier, de participer à un grand nombre d'étape concernant la conception d'un projet, sa réalisation, et les réunions nécessaires à son bon déroulement.

Merci particulièrement à Benoit Sindt, Xavier Géant et Christophe Aubertin, qui m'ont accompagnée tout au long du stage et ont partagé avec moi, leur avis face au BIM.

Merci à Stéphanie Dunand, Guillaume Cecchin et Cécile Demilly pour leur aide indispensable et leur bonne humeur.

Merci à toute l'équipe, ceux cités précédemment, mais aussi Agnès Hausermann, Eléonore Nicolas, Aurélie Husson et Nastasia Vellandi, pour leur enthousiasme, leur pédagogie, leur conseil, et leur soutien que ce soit au cours de mon stage ou pour les projets entrepris en parallèle.

Enfin, merci à Damien Hanser, mon encadrant de mémoire, pour son temps et ses conseils.

## SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introduction</b>  | 11        |
| <b>Problématique</b>   | 17        |
| <b>I. LE BIM (Building Information Modeling)</b>                       | <b>21</b> |
| A. Le BIM, définition et origine                                       | 23        |
| B. Fonctionnement, Collaboration, Echanges                             | 31        |
| C. Mise en place du BIM  | 41        |
| <b>II. Pratique actuelle de l'architecture, des agences en retrait</b> | <b>47</b> |
| A. Les agences d'architectures en France, structure et méthode         | 49        |
| B. La résistance face au BIM   | 57        |
| C. Les démarches pour rassurer et faciliter la transition numérique    | 67        |
| <b>III. Le stage</b>   | <b>75</b> |
| A. Studiolada face au BIM  | 75        |
| B. Déroulement du stage  | 83        |
| C. To BIM or Not (to) BIM  | 99        |
| <b>Conclusion</b>  | 111       |
| <b>Bibliographie &amp; Webographie</b>                                 | 115       |



Dans le domaine de l'architecture, l'évolution des pratiques numériques vient bouleverser les méthodes de travail des professionnels, en les invitant à adopter une nouvelle approche, le BIM, Building Information Modeling. Ce n'est pas le premier bouleversement que les architectes rencontrent concernant leur façon d'exercer. En effet, dans les années 1990, c'est avec l'arrivée de la D.A.O (Dessin Assisté par Ordinateur), que les professionnels ont du changer leur manière de produire. Au lieu de dessiner, et de présenter les plans de projets sur papier, c'est avec l'informatique qu'ils ont dû oeuvrer pour suivre l'évolution de la pratique. Malgré la réticence de nombreux architectes envers l'informatique, la grande majorité des agences travaillent aujourd'hui sur ordinateur, et a délaissé sans trop de difficulté, le papier et le crayon, en ce qui concerne les rendus de projet.

Seulement aujourd'hui, l'évolution de la pratique ne concerne pas seulement l'outil avec lequel les architectes travaillent. Elle intègre aussi une nouvelle méthode de conception et de collaboration avec l'ensemble des corps de métier qui participent à un projet.

Le BIM met en place une nouvelle façon de dessiner, de communiquer le projet, mais aussi de collaborer. Désormais, tout le monde, du maître d'ouvrage au charpentier, du plombier à l'électricien, du bureau d'étude à l'architecte, travaille sur le même modèle numérique. L'architecte ne dessine plus uniquement des traits pour représenter des murs en plans, puis en

élévations et en coupes, mais il dessine des composants dont les propriétés sont renseignées. Ainsi, ce qui autrefois était un trait sur papier, est, aujourd'hui sur ordinateur, un mur avec une épaisseur et des caractéristiques qui lui sont propres. De plus, il ne s'agit plus de produire des documents détachés les uns des autres. Avec le BIM, l'architecte produit l'ensemble des éléments graphiques du projet à partir du même fichier source, qu'il s'agisse du plans, des coupes ou de la 3D.

Cette méthode présente à première vue de nombreux avantages. Le BIM permet un gain de temps dans la production des documents graphiques, une meilleure communication entre les corps de métier puisqu'ils travaillent tous sur le même fichier, mais aussi avec le maître d'ouvrage, avec une visualisation 3D en lien direct avec les changements apportés au projet.

En revanche, si l'on regarde du côté des petites agences d'architecture et leur pratique, elles sont encore peu nombreuses à avoir déjà mis en place le BIM, ou commencent seulement à s'y intéresser. Il semblerait que cette méthode collaborative ne soit pas accueillie avec autant d'enthousiasme chez tout le monde. Il serait intéressant alors de savoir pourquoi, et si cette méthode concerne tous les types d'agences.

C'est en ce sens que j'ai orienté le choix de mon stage. En effet, n'étant pas une adepte de l'informatique, mais ayant suivis un cursus spécialisé autour de ce nouveau processus, mon avis concernant le BIM est nuancé. Ainsi, j'ai choisi d'effectuer mon stage dans une agence d'architecture nancéienne, Studiolada architectes, qui privilégie le croquis et la DAO, les maquettes traditionnelles en carton et balsa, et qui ne présente

pas encore un intérêt majeur pour le BIM. De plus, c'est une agence qui varie son champ d'exercice, en travaillant aussi bien sur des projets d'urbanisme, de patrimoine, de rénovation ou d'aménagement intérieur, jusqu'aux projets de petites enveloppes pour des événements éphémères. Ils oeuvrent autant sur des projets publics, en participant à des concours, que sur des plus petits projets de l'ordre du privé, généralement des logements.

L'agence Studiolada est un groupement de 6 architectes et urbanistes D.P.L.G, également enseignants vacataires à l'école d'architecture de Nancy : Christophe Aubertin - Aurélie Husson - Xavier géant - Agnès Hausermann - Eléonore Nicolas - Benoît Sindt. Ils sont entourés par 4 collaborateurs, Guillaume Cecchin, Cécile Demilly, Stéphanie Dunand, anciens étudiants de l'ENSAN et Nastasia Vellandi. Ils s'entourent également de nombreux stagiaires qu'ils soient en stage de découverte ou de validation de cursus (école d'architecture, HMONP, collège, lycée). L'agence est située en centre ville de Nancy, au 12 rue St Dizier. Les « Ladas », comme on les surnomme parfois, s'attachent à définir leur lieu de travail comme un atelier. Sur leur site web, ils le décrivent comme un « lieu de partage, d'échange d'idées, et de regards particuliers au fil des territoires »<sup>1</sup>. Sur chaque projet, les architectes ou urbanistes s'associent à d'autres acteurs indissociables de l'architecte, comme des bureaux d'études, scénographes, géographes ... Les équipes varient selon la complexité du projet ou son importance, afin de toujours proposer des compétences diverses.

Pendant ces quelques semaines de stage, j'ai pu parti-

ciper à trois projets. Dès mon arrivée, j'ai travaillé sur un rendu de concours, pour la production d'éléments de présentation tel que des axonométries, 3D, ou plans. Je suis également intervenue sur un projet de bâtiment périscolaire, de la phase APS (Avant Projet Sommaire) à APD (Avant Projet Définitif), en élaborant aussi quelques pièces pour le permis de construire. Le dernier sur lequel j'ai travaillé était un concours pour un réfectoire d'école maternelle, que j'ai pris dès le début et jusqu'à son rendu. Enfin, j'ai pu intervenir ponctuellement sur d'autres projets, lorsqu'il y avait besoin, pour réaliser une 3D ou un livret de présentation de projet.

Pour résumer, mon stage a essentiellement porté sur deux concours, et un projet de groupe périscolaire. Laissez avec une certaine autonomie sur le projet de bâtiment périscolaire, j'ai pu me confronter aux questions techniques architecturales, mais aussi aux éléments graphiques à présenter au maître d'ouvrage pour une bonne compréhension du projet. A l'inverse, pour les phases de concours, l'échange avec les architectes était bien plus fréquent, et nous avançons chaque jour après un point sur le travail de la veille.

J'ai également participé aux réunions pour les rendus d'APS et APD, aux rencontres avec les bureaux d'études et, assisté à la phase de lancement du concours sur lequel j'ai travaillé jusqu'à son rendu.

En ce qui concerne les outils utilisés au cours du stage, j'ai travaillé sur un logiciel classique de DAO (Dessin Assisté par Ordinateur), Autocad. Pour les images 3D, tout se faisait via Sketchup, logiciel de modélisation, avec un post traitement ultérieurement, sur Photoshop ou Illustrator. J'ai entièrement suivi la méthode de travail de l'agence, en utilisant leurs outils,

ce qui impliquait un aller retour constant entre les dessins et croquis à la main, le dessin informatique et la 3D. Ainsi, j'ai pu mettre en comparaison le travail effectué en agence avec cette méthode, et l'exercice fait au cours du semestre en AME, avec l'initiation autour du BIM.

Cette expérience professionnelle dans l'agence Studiolada, ne m'a pas permis de mettre en pratique les notions apprises au cours du cursus AME, mais en revanche, j'ai pu intégrer un atelier où les architectes dessinent beaucoup à la main, continuent de faire des maquettes, et ont une démarche architecturale dans le respect et la préservation de l'environnement, et du savoir-faire local. Ainsi, la question soulevée ces derniers temps, autour du BIM, qui serait l'avenir de la pratique de l'architecte, m'intrigue. Il est vrai que mon expérience scolaire de cet outil m'a ouvert les yeux sur son fonctionnement et les avantages qu'il propose, mais je m'interroge sur le fait que cela soit valable pour toutes les agences, et tous les projets. Il faudrait pour cela bien comprendre ce qu'est le BIM, comment et pourquoi est-il arrivé, ses atouts et ses limites. Et ensuite, mettre en parallèle ces notions, avec le travail effectué au cours de ce stage, faire un comparatif entre le travail fourni et le temps passé pour produire certains documents graphiques, et comment cela se serait passé si le travail s'était effectué autour d'un modèle numérique, commun aux corps de métier qui interviennent sur le projet. C'est aussi l'occasion de faire un constat de l'état actuel des agences d'architecture en France, sur leur méthode de travail, tandis que l'état cherche à implémenter le BIM au maximum d'agences.



Le contexte actuel, en ce qui concerne l'évolution numérique, est enclin à faire entrer l'informatique, les écrans, les gadgets électroniques, la réalité virtuelle, dans l'ensemble de nos activités, qu'elles soient professionnelles ou ludiques.

Ainsi, les ordinateurs sont toujours plus performants, les smartphones permettent autant de communiquer que de piloter un drone, et l'ensemble de ces outils font déjà partie de la pratique de certains professionnels, et viennent désormais frapper à la porte des architectes. Si dans certains domaines, la transition se fait sans mal, pour d'autres, le passage à l'informatique n'est pas évident. En architecture par exemple, le passage du dessin à la main à l'informatique n'était pas chose simple déjà en 1990. Bien qu'aujourd'hui cela soit devenu monnaie courante d'avoir des ordinateurs chez les architectes, ils ne sont toutefois pas tous ouverts à l'idée d'avancer plus loin dans l'utilisation de ce dernier.

En effet, aujourd'hui la pratique de l'architecte est amenée à évoluer, et à mettre en place un échange informatique et numérique entre les corps de métier, afin d'avoir un fichier unique sur lequel se pencher et avancer. Cela implique l'apprentissage d'un nouveau logiciel pour beaucoup d'agences qui évoluent aujourd'hui avec des logiciels de DAO (AutoCad, Vectorworks ..), la mise à niveau de leur poste informatique s'ils ne sont pas assez performant, et de revoir leur méthode de travail dans la production de documents graphiques. Une fois tout cela assimilé, le passage au BIM devrait permettre aux

architectes de mieux communiquer, de gagner du temps sur la réalisation de documents, d'éviter les erreurs d'incompréhension sur chantier etc.

Le BIM semble être un passage inévitable voir obligatoire pour les agences d'architecture. Seulement, cette nouvelle méthode de travail est elle adaptée à tous les types de pratiques et d'agences ? Les agences sont elles toutes enclines à passer à ce type de collaboration ? Pourquoi il y en a-t-il qui sont encore réticentes ?

L'agence Studiolada fait justement partie de ce cas particulier. Après un entretien avec les architectes de l'atelier, bien qu'ils consultent régulièrement les dossiers présentés par le Cahier de la Profession, sur le BIM, ils restent réfractaires à l'idée de mettre en place ce changement de méthode. D'après eux le BIM doit rester un outil et donc ne pas faire perdre de temps à l'agence dans son utilisation.

J'ai souhaité, pour répondre à mes interrogations, faire une étude de cas, au sein de l'agence Studiolada, afin de définir l'apport, qu'il soit positif ou non, que pourrait représenter leur passage au BIM.

Mon développement s'attachera dans un premier temps à définir clairement ce qu'est le BIM, comment cela fonctionne et quelle est la méthode, pour mettre en place ce processus de travail en agence. Dans un second temps, il sera intéressant de découvrir les méthodes que les agences d'architectures mettent en oeuvre aujourd'hui en France, celles utilisées par Studiolada, et les comparer avec l'enseignement apporté aujourd'hui aux étudiants en architecture, et l'invitation des différentes entités comme l'Ordre des Architectes et l'Etat à implanter le BIM dans la profession.

Par la suite, après une brève présentation de l'agence, et la présentation de son avis face au BIM, je développerai les tâches qui m'ont été confiées au cours de ces deux mois de stage.

Enfin, pour répondre à cette problématique, je m'attacherai à mettre en parallèle l'ensemble des notions et informations, exposées au fil de ces pages, avec les différents exercices auquel j'ai pu participer pendant mon stage, afin de construire un avis objectif sur l'intérêt que Studiolada, ou d'autres agences du même type, aurait à passer au BIM ou non.

## I. LE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Afin de mieux comprendre ce sujet, il est important de commencer par clarifier cette notion de BIM, dont il est question en ce début de rapport. Nous verrons donc dans cette première partie, ce qu'il se cache derrière l'acronyme « BIM », et quelle est son origine. Par la suite nous aborderons son fonctionnement, le concept de collaboration qu'il met en place et enfin la dernière sous partie sera consacrée à la préparation et à la formation nécessaire pour faire passer une agence au BIM.

### A. Le BIM, définition et origine

L'acronyme BIM a plusieurs significations selon les mots qu'on lui associe. Il peut s'agir du Building Information Model, qui correspond au modèle de données décrivant un projet, autrement dit, à la maquette numérique; le Building Information Modelling, quand à lui décrit plutôt le processus de création, conception, et utilisation de ces données; enfin le Building Information Management concerne l'organisation de projet nécessaire à la mise en oeuvre du processus.

Concrètement, et si l'on traduit cet acronyme au plus simple, le BIM revient à la modélisation des informations ou données du bâtiment, renseignée par l'ensemble des intervenants. Il s'agit donc d'une méthode de travail collaborative, utilisant une maquette numérique, intelligente, paramétrique, dont les éléments de constructions portent des caractéristiques physiques et fonctionnelles propres au bâtiment en question. Il est question de dessiner non plus des traits représentant les murs d'un bâtiment, mais directement des composants, avec des caractéristiques qui leur sont individuellement attribuées. Le trait initialement dessiné sur papier ou sur ordinateur (avec des logiciels de DAO) n'a plus simplement la fonction de représenter. Il a une épaisseur, des caractéristiques techniques, et une composition spécifique. On ne dessine plus des plans filaires, mais des murs, une dalle et des composants qui forment un projet, un bâtiment. Pour expliquer plus sim-

plement ce concept de création, il suffit d'imaginer des Legos. Pour débiter un projet, on commence avec une plaque qui sera la dalle. Par la suite on compose le projet avec des briques, des poteaux et parfois d'autres objets. On suit, étapes par étapes, la construction du projet. La seule différence entre un Lego et un « objet BIM » c'est que les caractéristiques du Lego sont fixes (taille, couleur, forme) alors que celles du composant BIM sont personnalisables. Cette première caractéristique du BIM renvoie à la création d'une maquette numérique sur laquelle chaque corps de métier intervient. En effet, le BIM est un processus collaboratif de gestion de projets, visant l'échange et l'enrichissement de cette maquette numérique par les acteurs du projet. Ce processus est généralement demandé par la maîtrise d'ouvrage, mis en oeuvre par la maîtrise d'oeuvre, et partagé par l'ensemble des acteurs, ou proposé dès l'amorce du projet par l'architecte.

Le BIM repose donc sur deux éléments fondamentaux: l'information unique et la collaboration.

L'information unique renvoie au fait qu'il n'existe qu'un seul fichier sur lequel maîtres d'oeuvres, maître d'ouvrages et autres intervenants du bâtiment travaillent: la maquette numérique.

Chaque élément d'un bâtiment représente une série d'informations qui est rattachée aux différents corps de métier. Par exemple, le mur, qui est forcément placé par l'architecte, a des fonctions structurelles mais peut également contenir des éléments acoustiques, thermiques

qui sont tous renseignés dans la maquette numérique.

Le BIM est donc le processus de travail, et la maquette numérique en est le produit. La finalité de cette méthode de travail est donc de produire une modélisation 3D du projet, que l'on appelle « maquette numérique », par la collaboration entre les intervenants. La particularité de cette modélisation, c'est qu'à l'instar des modélisations réalisées il y a une dizaine d'années, celle-ci est appelée « modélisation 3D enrichie ». En effet, elle renferme toutes les caractéristiques de chaque élément utilisé dans la réalisation du bâtiment. Dans le domaine de la modélisation informatique, il en existe trois types. La modélisation représentative, la modélisation orientée objet, et la modélisation 3D enrichie. La maquette numérique renvoie à la 3D enrichie. On la différencie donc de la maquette dite « représentative » qui consiste à représenter en 3D, à échelle réduite généralement, une construction, un objet ou autre. On la retrouve surtout dans les agences qui travaillent en alternant logiciel de DAO et logiciel de modélisation. La maquette numérique est également différente de la 3D « orientée objet », dont les éléments sont renseignés, on ne dessine pas des traits, mais des objets, seulement leur caractéristiques ne sont pas intégrées au modèle. Cette maquette numérique fait office de prototype pour valider la conception, les éventuelles erreurs, le respect des normes thermiques, acoustiques etc.

En résumé, la maquette numérique est une représentation géométrique, en 3D, intelligente, réalisée sur ordinateur en vue d'analyser, de contrôler, simuler,

les comportements de l'ouvrage, avant et après le chantier. Elle est le support essentiel sur lequel s'appuie le processus BIM. C'est un outil dans une méthode de travail. Elle contient toutes les informations que l'on trouvait avant pour un projet dans des fichiers séparés, comme les plans, les vues, les coupes etc. En d'autres termes, elle est au processus BIM, ce que le squelette est au corps humain. S'il est possible de concevoir une maquette numérique sans même travailler en BIM, en revanche l'inverse ne l'est pas.

En ce qui concerne la collaboration, le processus varie selon le niveau de BIM que le maître d'oeuvre choisi. En effet, pour travailler en BIM il est important de savoir que l'on distingue trois niveaux d'exercice, comme cela est définis dans la brochure<sup>2</sup> publiée par le CNOA en juillet 2015, et remis à jour en juillet 2018 :

Le niveau 1, c'est la création d'une maquette numérique par un acteur, pour son propre usage. Il n'y pas de collaboration. Cela sert uniquement l'architecte par exemple pour concevoir le projet et en extraire les livrables, ou à l'entreprise pour préparer le chantier. La maquette numérique est uniquement utilisée pour la phase de visualisation et conception de bâtiment, alors que la phase de construction quant à elle est réalisée par le biais de document 2D. C'est le niveau de BIM le plus utilisé aujourd'hui, avec une collaboration entre corps de métier très faible puisque la maquette n'est pas destinée à être modifiée par les autres intervenants du projet. Cela revient presque à produire une maquette représentative, qui ne propose à ce moment -là qu'un visuel

*2. Ordre des architectes (2018) Le BIM : un atout pour l'architecture [en ligne] <https://www.architectes.org/publications/le-bim-un-atout-pour-l-architecture> [Juillet 2018]*

pour la communication du projet, et à produire à côté les documents 2D via un logiciel de DAO, à la différence qu'avec le BIM, on utilise un logiciel commun pour les deux types de documents produits, il n'y a donc pas d'aller-retour entre deux logiciels.

Le niveau 2 correspond lui à une collaboration et une interaction plus approfondie. Chaque acteur va créer sa propre maquette mais elles vont ensuite être comparées, synchronisées, enrichies puis fusionnées. Les données sont partagées sous le format d'un fichier commun. Malgré l'échange de données, sur lequel chaque corps de métier peut intervenir, il n'y a pas de collaboration simultanée. Les informations sont incrémentées au fur et à mesure des échanges, les unes après les autres.

Enfin, le niveau 3 quand à lui permet une collaboration totale entre les intervenants. Il s'agit d'un processus de conception intégré à partir d'un modèle numérique unique, hébergé par un serveur centralisé, accessible en temps réel et par tous les acteurs du projet, avec des droits d'accès distincts. Les échanges et les modifications peuvent être réalisés au même moment, et les données réutilisées même après la phase de chantier, pour l'entretien du bâtiment. En revanche, la conception totale en BIM de niveau 3 n'est pas encore techniquement possible d'après des spécialistes, sauf dans un environnement mono-logiciel. En effet, le partage de fichier, s'il n'est pas fait sur le même logiciel peut poser des problèmes pour la conservation exacte des données concernant les composants du projet. Aujourd'hui l'objectif en France est plutôt le BIM de niveau

2, où tous les acteurs sont passés aux outils numériques et peuvent s'échanger des données.

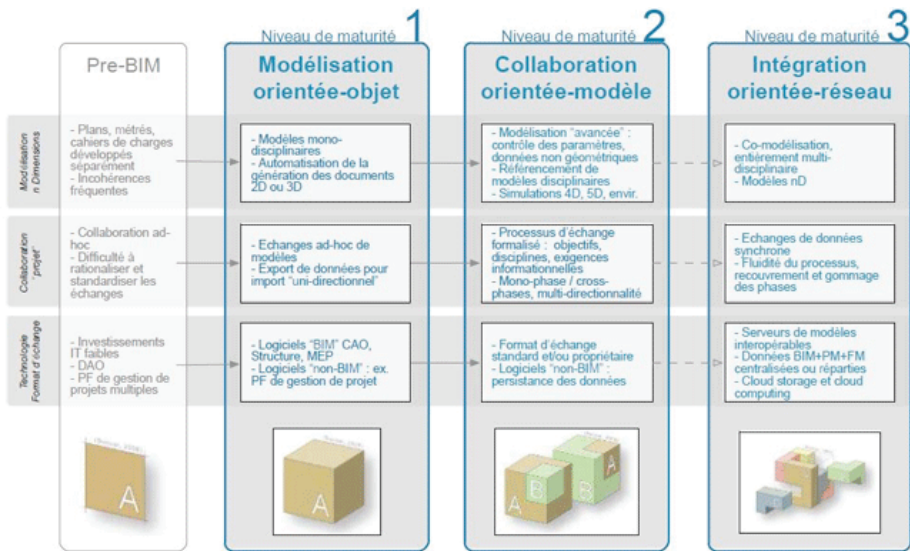


fig 1. Niveau de maturité du BIM (source: Succar, Bilal. (2016). 301in.FR La Matrice de Maturité)

En ce qui concerne son origine, le BIM est apparu en France en 2015 (en retard par rapport à d'autres pays européens). En 2016, on parle du Plan de Transition Numérique du Bâtiment (PTNB), lancé pour engager cette transformation. En revanche, les logiciels BIM comme ArchiCad ou Revit existe eux depuis maintenant une trentaine d'années sur le marché. C'est seulement depuis une décennie que leurs popularités explosent avec le BIM. Les raisons sont multiples. Cela est d'abord

lié à l'évolution numérique que nous vivons. En effet, les ordinateurs sont désormais plus puissants et permettent d'utiliser des solutions qui ne l'étaient pas auparavant.

Il y a également la volonté de disposer d'un terrain commun dans la collaboration à l'international. Mais c'est aussi et surtout pour des raisons économiques et écologiques que l'on entend vraiment parler du BIM.

En terme écologique, la volonté de réduire les gaz à effets de serre et les émissions de carbone, invitent les agences à se tourner vers le BIM. En effet, cette réduction ne peut se faire sans une nouvelle façon de travailler, et donc en trouvant une nouvelle méthode d'exercer, permettant ainsi de structurer l'industrie de la construction.

Il s'agit également de mieux gérer les déchets et les ressources naturelles. D'ici 2050, la Terre devrait compter 9 milliards d'habitants. En continuant de travailler comme aujourd'hui, la pénurie en ressources naturelles sera imminente. Il faut construire différemment, et stopper le gaspillage. Le BIM permet cela car l'architecte peut anticiper la quantité de matériaux à utiliser et entretenir puis recycler les éléments du bâtiment tout au long de sa vie. Ils sont ainsi plus pérennes et à leur abandon, la maquette numérique condense l'ensemble des matériaux utilisés, leur potentiel état et leur possible recyclage.

Enfin, l'aspect économique que peut représenter le BIM n'est pas négligeable. Aujourd'hui, l'industrie du bâtiment n'est pas des plus efficace en termes de coût et de production.

## I. LE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

Les dépassements de budget et de délai sont fréquents voir habituels. Les relations entre les différents acteurs sont tumultueuses, et le chantier peut en souffrir, produisant du gaspillage, une mauvaise qualité et une réalisation désorganisée. La construction souffre donc d'une mauvaise réputation. Ce nouveau processus de travail, de collaboration, dans le secteur du bâtiment visent donc à l'économie des ressources naturelles, à la baisse des émissions de gaz à effet de serre, et à la baisse des coûts de construction et d'exploitation du bâtiment, sur l'ensemble de son cycle de vie.

En organisant plus simplement la construction, entre les différents acteurs, et en maîtrisant la gestion du bâtiment, le secteur du bâtiment pourrait perdre cette étiquette négative, et éviter les dépassements de budget et de temps pour les chantiers. Le BIM n'est pas voué à améliorer ces méthodes de travail mais à bel et bien les changer radicalement.

### B. Fonctionnement, Collaboration, Echanges

Le secteur de la construction fait face à de grandes difficultés depuis plusieurs années. C'est un fait en France, l'industrie du bâtiment est marquée par une grande division des tâches et une multitude d'intervenants différents, tout au long du cycle de vie du bâtiment. Les données papiers actuelles, échangées entre les acteurs du projet, peuvent donner lieu à des compréhensions et des interprétations divergentes. Cela entraîne des erreurs, une baisse de la qualité, des dépassements budgétaires et des délais de construction supplémentaires. Pour une bonne pratique du BIM, le maître mot est certainement l'échange. Qu'il soit oral ou numérique, les acteurs du projet doivent collaborer de la meilleure façon. On parle alors d'interopérabilité. La définition extraite du Larousse (*Dictionnaire Larousse, 2018*), et présentée en début de cursus AME par Elodie Hochscheid, explique qu'au sens général l'interopérabilité correspond à «la compatibilité des équipements, des procédures ou des organisations permettant à plusieurs systèmes d'agir ensemble»<sup>3</sup>. D'un point de vue informatique, il s'agit de «la capacité des logiciels, des matériels différents à fonctionner ensemble et à partager des informations»<sup>3</sup>.

En pratique, deux cas peuvent se présenter lorsqu'il s'agit de créer un projet avec la méthode BIM. En effet, soit l'ensemble des acteurs travaillent sur le même logiciel, dans ce cas l'échange de fichier ne posera pas

<sup>3</sup> Dictionnaire Larousse 2018 (2018)  
Paris: Larousse.



de problème, seulement ce cas est plutôt rare. Les entreprises qui interviennent sur un projet utilisent rarement les logiciels de conception que l'architecte privilégie. Soit, plus fréquemment, on retrouve donc un deuxième cas où les échanges se font entre logiciels différents.

En ce qui concerne les logiciels adaptés à la pratique du BIM on peut nommer les trois leaders sur le marché: Archicad, rattaché à la société d'édition Graphisoft, Revit chez Autodesk ou encore AllPlan chez Nemetschek, qui concerne plutôt les autres pays européens. C'est grâce à ces logiciels que la création de la maquette numérique va être possible. Ces logiciels révolutionnent la conception architecturale mais cela n'est pas une nouveauté non plus en termes de production de modèle 3D. En effet, les premiers logiciels basés sur le concept de « bâtiment virtuel » remontent au début des années 80, et permettaient déjà de réaliser un modèle 3D, mais sans information supplémentaire. Si les acteurs du projet travaillent sur un fichier à partir des mêmes logiciels ou de logiciels du même éditeur, alors on parle de ClosedBIM. Il s'agit d'un système fermé avec une bonne interopérabilité, et un environnement maîtrisé. S'il s'avère que l'ensemble des entreprises, bureaux d'études, maître d'oeuvre et autres intervenants ne travaillent pas sur le même logiciel, il faut alors travailler en OpenBIM. Il s'agit d'échanger, de partager les informations du projet grâce à un format de données universel, standard et ouvert afin d'avoir une interopérabilité naturelle. On parle de normalisation des échanges, et donc des fichiers. En clair, il faut que le format de ces fichiers soit lisible par les logiciels de chaque corps de

métiers. Cela implique indirectement que chacun maîtrise un logiciel informatique relatif au BIM. Le format utilisé sera le format d'échange labelisé ISO appelé IFC (Industry Foundation Classes). C'est l'organisme « BuildingSmart » qui met en place les 3 standards pour une bonne interopérabilité dans la construction : IFD, IFC et IDM.

«Les IFD (International Framework for Dictionaries) sont une sorte de langage commun afin que les applications comprennent les propriétés textes échangées. Les IFC quant à eux définissent un standard d'échange d'informations principalement géométriques entre les logiciels, ils ne définissent pas toutes les propriétés qui sont en texte. Prenons par exemple l'occupation d'une pièce dont le composant « IfcSpace » sera définie par l'architecte comme « cuisine ». Un ingénieur en structure, lorsqu'il reçoit le modèle de l'architecte, devra connaître l'utilisation de la pièce afin de calculer sa structure. Son logiciel de calcul ne comprendra probablement pas « cuisine » et encore moins si la langue n'est pas la même.

Les IFD travaillent de concert avec les IFC afin que tous les concepts et caractéristiques soient compris dans toutes les langues»<sup>4</sup> (Objectif-bim.com, n.d).

L'IFC permet d'être lisible par tous, tandis que l'IFD permet de travailler avec le même type d'objet enrichie. Le dernier, IDM sert à décrire les processus d'échange.

Bien entendu, comme dit précédemment, le BIM ne se résume pas à la bonne maîtrise d'un logiciel comme « Revit ». Le BIM et la maquette modifient large-

4. Objectif-bim.com (n.d.) Le Format IFD [online] Available at: <http://www.objectif-bim.com/index.php/openbim/ifd-bsdd> [Accessed 20 Jul 2018].

ment le processus de conception, ils le modernisent.

Avec ces nouvelles méthodes de travail, il faut également revoir la façon de concevoir le projet. Par exemple, comme l'Ordre des architectes l'évoque dans leur brochure<sup>5</sup>, le BIM fait évoluer le découpage classique des phases de projet (ESQ,APS,APD). On ne distingue plus les différents niveaux de rendus par rapport à l'échelle du plan, mais en fonction du détail de renseignement des objets de la maquette numérique. On parle désormais de Level of Detail (LOD) ou de niveaux de définition (ND) pour définir les éléments présents ou non et le degré de modélisation et d'informations associées. Le magazine Le Moniteur<sup>6</sup> (*BIM/Maquette numérique: Contenu et niveaux de développement*, 2014), illustre ces notions avec le schéma ci-contre. La conception est beaucoup plus coopérative, dès le début. L'échange entre acteurs du bâtiment n'est plus séquentiel mais concourant. Si l'on fabrique une maquette numérique avec les logiciels, c'est avec les Hommes que l'on réussit un projet BIM.

Il s'agit donc dans un second temps, après avoir évoqué les logiciels utilisés et le concept d'échange de fichiers, de comprendre ce qu'est une vraie collaboration BIM, et ce que cela implique.

En effet, concevoir en BIM exige de mettre en place des procédures de travail collaboratives en vue d'un échange permanent d'informations entre les acteurs du projet. Ce travail collaboratif est régi par la convention BIM (*La convention BIM*, 2018)<sup>7</sup>. Elle précise pour

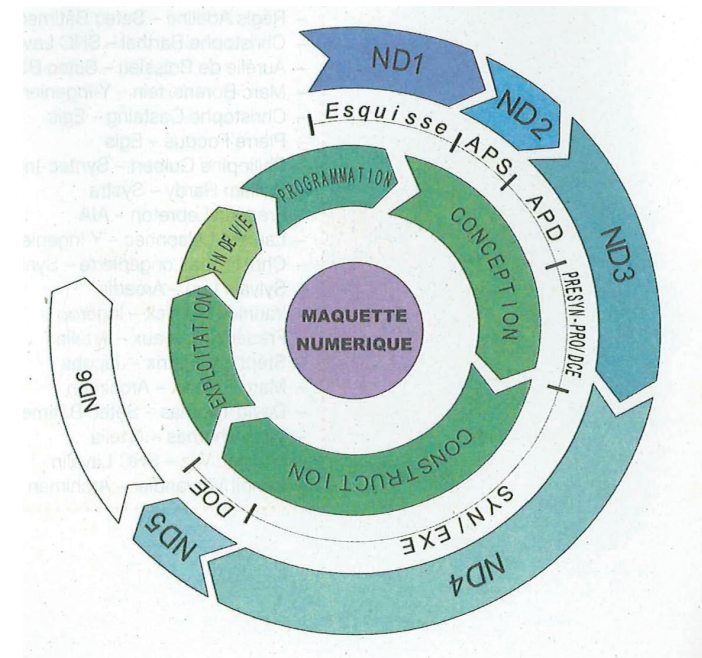


fig 2. Les trois cycles de la maquette numérique (Le Moniteur N°5763, p6)

les aspects numériques les procédures d'échanges entre les partenaires de la maîtrise d'oeuvre ainsi que leur mission respective. Elle est le pilier du BIM, l'élément indispensable pour le bon déroulement d'un projet. Il s'agit de savoir travailler ensemble, de manière collaborative, mais aussi se donner les moyens de comprendre, négocier et mettre en place une convention BIM.

Nous pourrions illustrer le déroulement d'un projet BIM avec un cas pratique, un projet d'école, par exemple, comme l'explique BuildingSmart sur une vidéo en ligne intitulée: OpenBIM<sup>8</sup>.

Le cahier des charges et les volontés du client constituent le point de départ du projet. Ils vont servir

5 Ordre des architectes (2018) *Le BIM : un atout pour l'architecture* [en ligne] <https://www.architectes.org/publications/le-bim-un-atout-pour-l-architecture> [Juillet 2018].

6 BIM/Maquette numérique: Contenu et niveaux de développement. (2014) *Cahier pratique, Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*. (5763), p6-7.

7 La convention BIM. (2018) *Les cahiers de la profession*, (63), p20-21.

8 BuildingSmart (2015). *OpenBIM expliqué en moins de 5min en français* [video] <https://www.youtube.com/watch?v=t3ECK4UoQeI> [consultée le 9 Août 2018].

à initier le modèle. Celui-ci va bien entendu évoluer et s'enrichir tout au long du projet. L'équipe de conception, le maître d'oeuvre, sera la première à fournir la base de données BIM, via l'un des logiciels cités précédemment. Le projet est donc modélisé objet par objet. L'architecte choisit l'ensemble des éléments du projet en fonction des attentes du client. S'il choisit une porte dans une bibliothèque d'objet, elle comporte déjà des informations capitales comme sa position sur le projet. Il y ajoute ensuite les caractéristiques relatives aux dimensions, matériaux, couleurs, caractéristiques techniques etc. Cela va permettre dans un premier temps au maître d'ouvrage de valider le choix du maître d'oeuvre dès les premiers échanges, mais aussi par la suite aux entreprises de pouvoir proposer les bons produits. Dès la première esquisse de projet, le maître d'oeuvre s'entretient avec le maître d'ouvrage pour valider les premiers traits du projet.

Grâce au BIM, le client va pouvoir visualiser directement le modèle 3D, et se projeter plus simplement dans son futur bâtiment. Par la suite, l'échange va se faire avec les entreprises de gros oeuvre, de charpente par exemple. Afin de valider le dessin de l'architecte, les acteurs du gros oeuvre interviennent sur le même fichier, le même modèle 3D, pour confirmer ou modifier ce qui a été fait. L'architecte, qui reste le chef de projet, peut ainsi consulter directement les modifications apportées et les accepter. S'en suit le même processus d'aller-retour entre entreprises, MOA (maître d'ouvrage) et MOE (maître d'oeuvre). Chaque corps de métiers s'invitent sur la maquette numérique, corrigent les erreurs poten-

tielles, et l'ensemble est validé ou non par l'architecte sous condition du bon respect des objectifs du projet et le respect des normes écologiques et économiques. Avec cette démarche, l'échange des fichiers minimise au maximum les erreurs d'interprétation que suscitent des dessins graphiques 2D.

Sans le BIM, l'échange entre le MOE et l'entreprise de charpente par exemple implique une perte de temps. En effet, l'architecte fournit des plans 2D à l'entreprise. Celle-ci les récupère et en crée une modélisation destinée à la fabrication des éléments pour la construction. Or l'architecte va lui aussi produire un modèle 3D, pour le MOA cette fois-ci. Les deux corps de métier créent chacun de leur côté une modélisation, qui pourrait, si le travail n'est pas rigoureux, mener sur une divergence lors du résultat.

Le projet est également situé dans un environnement topographique numérisé ou modélisé pour permettre de valider son implantation. La maquette pourra aussi être utilisée pour valider le choix des matériaux et autres objets, et vérifier leur respect des normes environnementales, s'assurer par exemple, que le projet respecte bien la RT 2015.

Si l'on veut exploiter au mieux la maquette, il sera possible d'y ajouter d'autres notions comme celle du temps, du coût. Cela dépend du niveau de BIM que l'on souhaite atteindre dans la représentation. Le BIM peut être 2D, 3D, 4D, 5D<sup>9</sup>, ... Pour la 2D et la 3D, il est assez simple de comprendre de quoi il s'agit. Ainsi, le BIM 2D renvoie aux plans graphiques qui seront tou-

<sup>9</sup> Objectif-bim.com. (n.d.) BIM 4D 5D 6D 7D XD, signification de ces nouvelles dimensions? [en ligne] <http://www.objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/bim-2d-3d-4d-5d-6d-7d-xd> [consulté en Juillet 2018]

jours utilisés, et la 3D à la maquette numérique. Celle-ci permet les visualisations, les détections d'interférences, la pré-fabrication, les relevés de l'existant, le calcul des quantités, la mise à jour automatique des coupes et détails, etc. Si l'on rajoute une dimension et que l'on passe à du BIM 4D, c'est que l'on ajoute la notion de « temps ». les acteurs du projet peuvent donc visualiser dans le temps la durée d'un évènement, et s'organiser sur le chantier pour une meilleure efficacité. La 5D invite l'aspect économique aux quatre dimensions précédentes. Ainsi, on peut anticiper les coûts liés à un dépassement de délai par exemple. La sixième dimension correspond aux analyses énergétiques, au rapport au développement durable, tandis que la septième dimension sera livrée au maître d'ouvrage à la fin du chantier pour la maintenance du bâtiment. Avec toutes ces possibilités, le MOE peut ainsi organiser directement le chantier, pour éviter les écarts économiques et les dépassements de délais. Chaque entreprise consulte régulièrement la maquette numérique pour éviter les erreurs sur chantier. Le modèle numérique BIM peut, avant d'engager le chantier, être envoyé aux responsables administratifs du lieu où le projet sera implanté, en vue d'en sortir un permis de construire. Pour résumé, il s'agit de construire avant de construire avec un maximum d'informations en amont pour prévenir d'éventuels problèmes sur le chantier.

Grâce à cet outil et son fichier unique l'ensemble des intervenants travaillent en workshop et de manière interactive, permettant ainsi un contrôle de l'ensemble des partenaires en interne et en externe. Puisque le mo-

dèle 3D apporte un appui visuel, l'ensemble de la compréhension est plus simple et les échanges entre collaborateurs plus intelligents.

## I. LE BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

### C. Mise en place du BIM

Mettre en place le BIM dans une agence se traduit aujourd'hui par plusieurs termes. On parle de « diffusion », « d'adoption » et « d'implémentation » (Anonyme, 2017)<sup>10</sup>. Quel que soit le terme choisis, la réalisation n'est pas chose aisée pour une agence d'architecture. En effet, il s'agit de changer radicalement la méthode de travail d'une équipe, d'un système déjà bien rodé.

La diffusion du BIM consiste à communiquer à l'ensemble des acteurs du domaine concernés l'innovation qu'il représente. Cela passe par l'exploitation du BIM dans plusieurs entreprises, ou par plusieurs employés d'une même entreprise. L'adoption du BIM concerne elle le moment où la décision est prise, qui implique que les employés devront utiliser ce nouveau processus pour œuvrer ensemble. Enfin, l'implémentation du BIM consiste à monter en compétence l'ensemble des collaborateurs et à formaliser les méthodes de production de la maquette numérique pour en faciliter l'exploitation, tant au sein de l'agence qu'auprès de ses partenaires. L'implémentation c'est donc le déploiement du BIM au sein de l'entreprise, en améliorant l'ensemble des livrables et le déroulement du travail. Alors que l'adoption représente un point précis dans le temps, le « oui », l'implémentation représente elle le processus de mise en place, qui dure dans le temps.

Le point le plus laborieux dans ce changement d'exercice est de faire accepter le changement de mé-

*10. Anonyme (2017)  
L'adoption du BIM  
dans les agences  
d'architecture en  
France. Doctorat  
ENSAN*

thodologie. En effet, on parle de la Théorie de l'utilisateur fainéant, The lazy user theory (Tétard et al 2009)<sup>11</sup>. Cela signifie que l'utilisateur choisira la solution qui est la plus utile et qui présente le moins d'effort à l'utilisation.

Lorsque le besoin de changer se manifeste, le décideur va évaluer l'effort qu'il doit mettre en oeuvre pour implémenter le nouveau processus, et quelle utilité cela va représenter. Son choix sera orienté en fonction de sa propre identité (son âge, son expérience, sa personnalité ...) des solutions que la nouveauté peut lui apporter, le contexte dans lequel il se trouve, celui de l'entreprise (taille de l'entreprise, type de projet, ses besoins etc) et du système concurrentiel dans lequel elle se place et la quantité d'information dont il dispose autour de cette nouvelle solution (documentation, communication commerciale). Les facteurs financiers, techniques et contextuels viendront par la suite influencer le choix du décideur.

Une fois l'adoption du BIM entérinée, l'implémentation, le déploiement du processus se fait généralement sur une année au minimum. C'est le temps nécessaire pour former les équipes de conception à cette nouvelle méthode de travail. Le BIM ne peut pas concerner une seule partie de l'agence, ni s'appliquer au niveau d'une discipline ou d'un projet. Malgré leur résultats, ce genre d'approche « solitaire », qui ne vise qu'un échantillon de l'ensemble de l'entreprise, n'apporte que partiellement les avantages que le BIM peut procurer. La formation au BIM c'est à la fois, optimiser le travail collaboratif, gagner en efficacité et en fiabilité, pouvoir répondre à tout type de commande, préserver la place

11. TETARD, Franck et COLLAN, Mikael. Lazy user theory: A dynamic model to understand user selection of products and services. Dans : System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on. IEE, 2009. p1-9

de l'architecte au coeur du projet, et asseoir sa compétence.

Il existe trois types de formations (BIM: choisir la bonne formation, 2017).

La première concerne la « Fabrication de la maquette numérique ». Elle s'adresse aux architectes ou collaborateurs d'architecte travaillant seul ou en partenariat, essentiellement sur de petits projets de logements collectifs ou des maisons individuelles. La formation porte sur l'apprentissage du logiciel de CAO et sur la modélisation d'un bâtiment. C'est la formation la plus courte (de l'ordre de 5 jours), mais elle ne détaille pas les méthodes de gestion de projet, les échanges entre logiciels, et le développement de la maquette numérique.

Ces fonctions sont enseignées avec la seconde formation « Echange et exploitation de la maquette » qui est, elle, destinée à coordonner et organiser l'équipe d'un projet, qui sera indispensable pour mener à bien une mission BIM. On y aborde le procédé d'interopérabilité, et le développement d'une maquette numérique en vue de son exploitation par les collaborateurs. Ces notions sont utiles pour certaines missions BIM où les échanges de données se font en dehors de l'agence. Elle va de pair avec la première formation citée.

Enfin, la dernière formation « BIM Management » traite de l'organisation du pilotage BIM. Cela concerne surtout les structures qui conçoivent des projets de taille et de complexité importantes, exigeant l'attribution d'une mission BIM. Il s'agit surtout de définir les rôles de chacun dans la mission, les prestations et les

responsabilités pour chaque partenaire.

Pour faciliter le passage au BIM des sociétés, les décideurs peuvent faire appel à un BIM Manager (*BIM & BTP, nd*)<sup>12</sup>. Il est le pilote de la conception BIM. Il se positionne au côté de la maîtrise d'oeuvre. Il orchestre les échanges entre les BIM Coordinateurs (responsable de la qualité de la maquette numérique dans l'entreprise pour laquelle il travaille, chargé du respect de la charte graphique imposée par le BIM Manager) qui sont ses relais dans chaque entreprise. Son rôle est de définir les règles de modélisation, sorte de charte graphique appliquée à la maquette numérique et de veiller à leur respect par les BIM Coordinateurs et les BIM Modeleurs (en charge du dessin 3D de l'ouvrage, sous la supervision du BIM Coordinateur). Il se joint à la maîtrise d'oeuvre lorsqu'il s'agit de fusionner les maquettes métiers structure/fluide/architecture, pour s'assurer de l'absence de collision ou d'erreur.

Sa mission est aussi de faciliter le passage au BIM des entreprises de les aider à réécrire leur processus de conception avec le BIM et à l'optimiser en diminuant les tâches redondantes ou chronophages. Il est présent pour mettre en place la méthodologie du BIM sans remettre en cause brutalement l'organisation de l'agence.

De manière générale, l'implémentation du BIM doit se faire de manière progressive, et adaptée à l'agence. Le BIM est, certes, une révolution de la méthodologie, mais c'est avant tout un outil pour améliorer la gestion

de projet, la collaboration, les aspects économiques et écologiques d'un projet, et faciliter sa communication. L'outil doit s'adapter à l'Homme, et donc répondre aux attentes et aux habitudes du concepteur. Lors de la phase d'implémentation, le BIM Manager intervient d'abord avec une phase d'audit qui permet d'analyser les pratiques et le fonctionnement de l'agence. Ainsi, il peut préparer l'outil de CAO, créer les bibliothèques, les chartes graphiques, les jeux de stylos etc, pour qu'ils soient adaptés aux méthodes de dessin, et de rendu, des concepteurs, maîtres d'oeuvres, ou autres intervenants du projet.

L'architecte a tout intérêt à concevoir de sa propre initiative certains projets de l'agence à l'aide d'une maquette numérique pour s'entraîner dans ce domaine, et pouvoir répondre aux demandes des maîtres d'ouvrage qui pourraient venir à imposer cette méthode. Pour une mise en place progressive, il pourra travailler dans un premier temps seul, en 3D, sur un projet qu'il maîtrise, et évoluer par la suite vers des procédures d'échanges plus collaboratives. Il pourra par exemple se servir de la maquette 3D pour simplement extraire les fichiers 2D qu'il transmettra aux autres partenaires au préalable s'ils ne maîtrisent pas le BIM.

Mettre en place le BIM au sein d'une agence ou d'une entreprise représente un investissement important. Cela nécessite l'apprentissage d'un nouveau logiciel pour bon nombre de personnes, l'acquisition d'une nouvelle méthode de travail, et la collaboration de l'en-

<sup>12</sup> *BIM & BTP (nd),  
Le métier de BIM  
Manager [en ligne]  
[https://bimbtp.com/  
decouvrir-le-bim/  
le-metier-de-bim-  
manager/](https://bimbtp.com/decouvrir-le-bim/le-metier-de-bim-manager/) [consulté  
Août 2018]*

## II. Pratique actuelle de l'architecture, des agences en retrait

semble des partenaires du projet. Le temps passé pour l'apprentissage de tout cela n'inscite pas les agences d'architecture. Elles sont encore nombreuses à ne pas vouloir passer au BIM, ou bien elles ne font simplement qu'y songer. Nous verrons dans cette seconde partie, que les agences en France sont encore assez réticentes à l'idée d'implémenter le BIM, notamment celle dans laquelle j'ai effectué mon stage, Studiolada architectes, qui malgré sa notoriété et les types de projets sur lesquels ils interviennent, ne souhaite pas encore passer au BIM.

Aujourd'hui, le BIM ne fait pas l'unanimité chez les architectes. Seulement 40% des agences d'architecture ont adopté et implémenté le BIM dans leur structure. Il existe un grand nombre d'agences encore réticentes à cette idée. Elles continuent de travailler avec des logiciels de DAO, et fournissent des maquettes 3D représentatives en parallèle, ou font appel à des partenaires spécialisés dans ce domaine.

Dans cette partie nous allons dans un premier temps établir un constat sur l'état actuel des agences d'architectures en France, leur structure, leur méthode, et d'autres points qui pourraient nous aider à lever le voile sur les raisons de leur réticence au BIM.

Ensuite, nous analyserons les différentes craintes ou difficultés qu'implique la transition numérique, en essayant de comprendre si ces angoisses sont fondées sur un fait, ou par une mauvaise information des utilisateurs.

Enfin, nous nous placerons du côté de la législation, l'état et l'ordre des architectes pour découvrir ensemble ce que ces entités mettent en place par rapport au BIM, pour rassurer les professionnels du bâtiment et veiller à ce que la transition numérique se fasse en douceur.



## II. Pratique actuelle de l'architecture, des agences en retrait

### A. Les agences d'architecture en France, structure et méthode

La France compte aujourd'hui environ 30 000 architectes inscrits à l'Ordre (29 906 inscrits au 1er septembre 2018<sup>13</sup>). C'est un nombre qui se maintient depuis quelques années maintenant. Cela représente à peu près 45,1 architectes pour 100 000 habitants, contre 82 en moyenne dans le reste de l'Union Européenne.

Cette population d'architectes se voit essentiellement représentée par des professionnels qui ont entre 40 et 60 ans. En effet, d'après les chiffres publiés par l'Ordre National des Architectes (*Archigraphie 2, 2016*)<sup>14</sup>, on compte 26% d'architectes qui ont entre 40 et 50 ans et 29% se situent dans la tranche des 50-60 ans. Seulement 22% sont âgés de moins de 40 ans. L'âge moyen au sein de l'Ordre est de 50,4 ans pour un architecte. Les architectes sont donc pour la plupart des diplômés des années 1990 ou 2000.

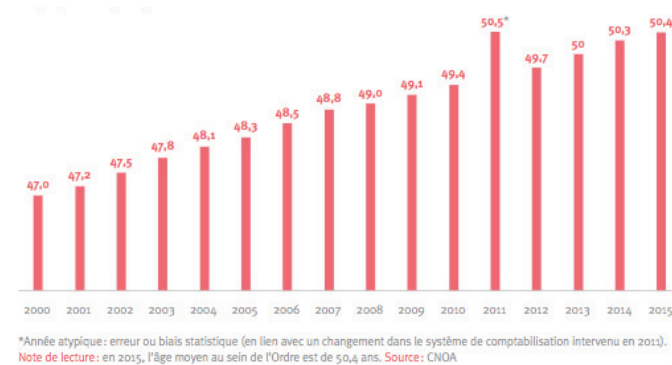


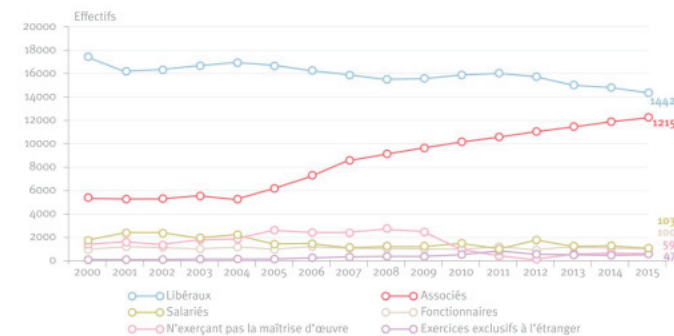
fig 3. Âge moyen des architectes au sein de l'Ordre (Archigraphie 2)

13 Ordre des architectes.  
<https://www.architectes.org>  
 14 Archigraphie 2 (2016) 2nd ed [PDF] Conseil National de l'Ordre des architectes, pp.10-36  
<https://www.architectes.org/publications/archigraphie-2016-observation-de-la-profession> [consulté Sept 2018].

Ils ont donc été formé en majeure partie au dessin technique sur papier, à la production de documents graphiques sans informatique. Pour certains, notamment les architectes qui ont entre 40 et 50 ans, ils se sont formés à l'informatique sur des ordinateurs bien moins puissants que ceux que l'on trouve aujourd'hui, dont les technologies ont largement évolué, et sur des logiciels de DAO. Ils conçoivent donc depuis maintenant vingt ans leur projet sur le même logiciel de DAO, mis à jour au rythme des évolutions informatiques mais sans inviter la notion de 3D dans leur mode de création informatique. Tout se passe par des aller retour entre logiciels, et dessins à la main.

En ce qui concerne leur mode d'exercice les architectes se distinguent sur 6 types de pratiques (Archigraphie 2, 2016): les libéraux, les associés, les salariés, les fonctionnaires, la catégorie de ceux qui n'exercent pas la maîtrise d'œuvre et les exercices exclusifs à l'étranger. Bien qu'en 2015, les architectes de type libéral étaient plus nombreux que les autres types d'exercice, c'est désormais l'exercice sous la forme d'associés que les architectes privilégient. La pratique libérale se voit de plus en plus délaissée (environ -397 libéraux par an depuis 2015) tandis que l'effectif d'architectes associés ne cesse d'augmenter (environ +406 associés par an depuis 2015) pour pallier aux difficultés liées aux conditions d'exercice en libéral, et aux risques juridiques et financiers en découlant. L'exercice libéral reste le plus pratiqué, mais il est fréquent en 2018 de trouver des agences d'architectes associés, comme c'est le cas de l'agence Studiola-

da, à Nancy. Il s'agit d'un statut qui unie une ou plusieurs personnes par une communauté d'intérêt (collaborateur, partenaire) et qui ont versé de l'argent dans l'entreprise (Dictionnaire Larousse 2018, 2018).



Note de lecture : en 2015, il y avait 14 429 libéraux, 12 156 associés, 1 034 salariés, 1 002 fonctionnaires, 596 architectes n'exerçant pas la maîtrise d'œuvre et 472 architectes exerçant exclusivement à l'étranger. Source : CNOA

fig 4. Evolution des effectifs d'architectes par type d'activité (Archigraphie 2)

Si l'on se concentre à présent sur la façon dont sont le plus couramment organisées les agences d'architecture en France, on peut constater que l'ensemble des architectes exercent en grande majorité seul ou avec un salarié. En effet, l'Observatoire de la profession publié par l'ordre national des architectes révélait que le taux d'architectes évoluant seul ou avec un employé, s'élève à 70%. Parmi ces 70%, on remarque que l'exercice en société devient bien plus fréquent et s'apprête à dépasser la pratique traditionnelle en libéral, comme évoqué plus haut.

Les architectes renforcent leurs structures et multiplient les alliances et les collaborations pour ré-

15 Portrait : mais qui est l'architecte d'aujourd'hui ? (2015) <https://blogarchi.libelfr>

pondre à des projets dont la complexité ne cesse de croître. L'agence Studiolada par exemple, fait partie de ces agences pour lesquelles les professionnels se regroupent et s'associent afin d'atteindre un plus grand nombre de projets, plus ou moins complexes mais toujours très variés. La majorité de ces sociétés d'architectures relèvent donc des micro-entreprises (moins de 10 salariés) voir des PME ou TPE (Petite et Moyenne Entreprise ou Très Petites Entreprises), structures accueillant moins de vingt personnes.

En 2014 (*Portrait : mais qui est l'architecte d'aujourd'hui ? 2015*)<sup>35</sup>, plus de 70% des agences d'architectures sont uni-personnelles. 25% sont composées de 5 à 10 salariés, et seulement 1% emploie plus de 20 salariés. Les agences que l'on pourrait considérer, comme de grosses sociétés au titre de PME ne représentent donc qu'un échantillon de l'ensemble de la pratique en architecture. Si l'on compare cela à nos voisins étrangers, les plus grandes agences se rangent déjà dans la catégorie supérieure, celle des entreprises de taille intermédiaire (ETI).

Ce constat nous amène sur un premier point essentiel lorsqu'il s'agit de parler du BIM (Building information management). Les agences françaises sont majoritairement de petites sociétés, comptabilisant généralement entre 1 et 10 salariés. Elles sont dirigées par des architectes dont l'âge les incite à conserver leur méthode de travail plutôt que de se former aux nouvelles. Comme on l'a vu précédemment, l'acceptation d'un changement de procédure et d'organisation dépend de l'utilité perçue, et de l'effort nécessaire à fournir afin de

l'implanter. Cette décision est influencée ensuite par la personnalité, l'âge de la personne, le contexte dans lequel elle se trouve etc. Un architecte d'une cinquantaine d'année, avec un ou deux employé(s), voit le passage au BIM comme quelque chose de « très compliqué » tant l'effort, qu'il soit intellectuel, temporel ou financier, est important.

Autre point qui pourrait compliquer l'adoption du BIM, c'est cette tendance des architectes à s'associer. Cela implique que l'ensemble des architectes du groupe doit adopter le BIM, car l'investissement est commun. Il n'y a pas un directeur qui prend la décision, mais c'est l'ensemble des associés. Si l'on prend l'exemple de l'agence Studiolada où j'ai évolué pendant mon stage, il s'agit de 6 architectes aux compétences variées, et avec un avis très différent face au BIM. Il est donc difficile d'envisager une évolution de leur pratique, si l'ensemble des architectes ne porte pas le même regard sur le BIM.

A ce jour, il reste encore des architectes qui privilégient le dessin tel qu'ils l'ont appris. La maîtrise des outils de DAO est suffisante pour communiquer avec l'ensemble des partenaires du projet. Ils préfèrent une méthode rodée qu'ils maîtrisent à une nouveauté numérique qu'ils découvrent. D'autant que pour une grande partie des agences, les chantiers se font avec des entreprises qui ne manipulent pas de logiciels de CAO, et qui parfois même ne sont pas informatisées. Ce dernier constat est régulièrement utilisé comme point négatif du BIM. Seulement la communication avec ces petites

entreprises seraient toujours possible, car le BIM permet une collaboration facilitée autour de la maquette numérique avec les autres acteurs du projet lorsque le travail se passe en OpenBIM, mais il peut aussi n'être utilisé qu'au sein de l'agence (ClosedBIM) qui fournira ensuite n'importe quel format de documents pour les artisans.

Globalement, la conception d'un projet, dans les agences qui ne sont pas encore passées au BIM, se présente de la façon suivante.

L'architecte récupère les données du site établies par un géomètre, nettoie le plan avec seulement les données nécessaires, et commence par réaliser le plan du projet. Il dessine en parallèle, sur d'autres feuilles de dessin informatique, les coupes et façades du projet pour vérifier qu'il n'y a pas d'éléments qui s'entrechoquent ou posent problème. Lorsque les dessins 2D sont assez avancés, ou même lorsqu'il ne s'agit que d'une ébauche, une 3D représentative est conçue à partir d'un autre logiciel. Il s'en suit un aller retour entre l'ensemble de ces informations, ces dessins, pour fournir ensuite au maître d'ouvrage les documents nécessaires à son choix et sa validation pour le projet. L'architecte travaille donc seul, avec le maître d'ouvrage, et ne fait appel aux entreprises qu'une fois le projet bien avancé. Dès lors, les entreprises qui sont choisies par l'architecte et le maître d'ouvrage, récupèrent les plans et fournissent à leur tour les documents qui vont être nécessaires à la bonne réalisation sur chantier. Une entreprise de gros oeuvre par exemple, peut récupérer les plans, s'en servir pour réaliser une 3D du projet, qui pourrait servir à la production des pièces

nécessaires à la construction (cas d'élément préfabriqué, charpente, MOB ..), et renvoie cela à l'architecte afin qu'il puisse valider l'ensemble des dessins. Une fois tout cela validé, les parties se retrouvent sur le chantier et consultent chaque semaine les plans sur papier pour évaluer le bon déroulement de la réalisation.

Ce processus de conception entraîne une perte de temps dans la réédition des mêmes documents par plusieurs corps de métiers et augmente le risque d'erreur.

En effet, lors du transfert d'information entre architecte et entreprise, on observe une discontinuité du modèle. Dès lors qu'une nouvelle 3D est conçue à partir des plans, et que l'entreprise fournit à l'architecte les plans qui résultent de ce nouveau modèle, on peut s'attendre à des erreurs. Elles peuvent provenir de la différence de convention graphique et sémantique que les deux corps de métiers utilisent. De même pour les plans, coupes et façades réalisés par l'architecte, chacun indépendamment des autres, le maître d'oeuvre n'est pas à l'abri d'une erreur de dessin ou d'une incohérence entre les documents, qui engendrerait sur chantier des difficultés de réalisation.

Bien que le BIM se développe de plus en plus au sein des agences d'architectures, les réticences de bons nombres d'entre elle subsistent. Selon un sondage réalisé par l'ordre des architectes en 2016, sur 80% des agences qui utilisent la maquette 3D quotidiennement, seulement 45% d'entre elles l'utilisent sous la forme de

## II. Pratique actuelle de l'architecture, des agences en retrait

maquette numérique BIM enrichies de données. Nous allons voir en suivant, quels sont les points que les professionnels soulèvent pour justifier leur résistance à la transition numérique.

### B. La résistance face au BIM

De nombreuses agences réfléchissent, évaluent, se renseignent, et envisagent d'investir dans le BIM. D'après les chiffres du CNOA (Conseil national de l'Ordre des architectes), en 2016, ce sont 53% des agences qui envisagent de troquer le processus classique de conception avec une méthode BIM. Si elles l'envisagent, elles sont en revanche 55% à trouver que le passage entre la 2D ou 3D représentative, à la 3D orientée objet enrichie de données est compliqué, et 80% que le coût d'un tel investissement est onéreux.

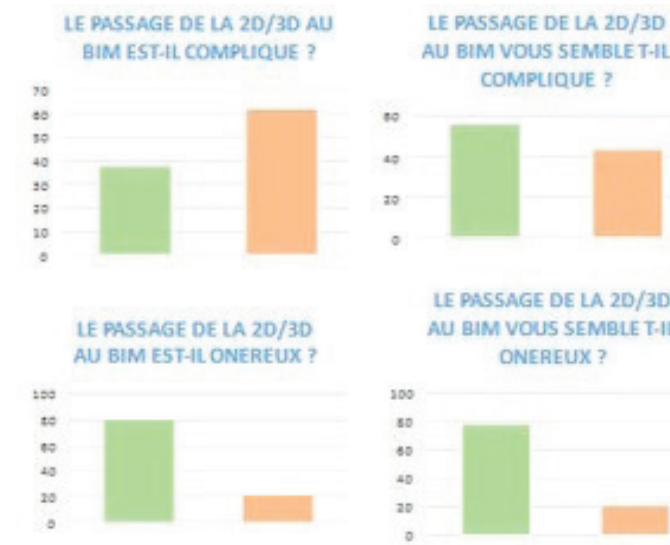


fig 5. Sondage réalisé sur un panel de 177 professionnel (CNOA, 2016)

16. Le BIM!  
Combien ça coûte.  
(2018). Les cahiers  
de la profession,  
(63), pp18-19

fig 5. <https://www.lemoniteur.fr/article/le-bim-et-le-ressenti-des-architectes-un-sondage.1275244#>

Sur le plan financier (*Le BIM! Combien ça coûte, 2018*)<sup>16</sup>, le BIM implique l'acquisition d'équipement informatique (poste et logiciel) et la formation et l'accompagnement des utilisateurs qui engendrent une baisse de productivité pendant la période d'apprentissage. Les logiciels BIM permettent la conception, la modélisation et la production de documents graphiques. Cela nécessite un parc informatique puissant pour pouvoir gérer convenablement l'ensemble de ces éléments. Bien entendu, certains logiciels BIM sont moins gourmand que d'autres en terme de puissance, seulement cela dépend également de la taille des projets qui seront traités avec la maquette numérique. Plus les projets seront vastes, plus le poste informatique devra être performant, quelque soit le logiciel choisi. En moyenne, un ordinateur capable de supporter un logiciel BIM oscille entre 2000€ et 3000€.

Une fois le poste de travail choisit, il faut trouver le logiciel qui convient. Les éditeurs proposent plusieurs formules, l'achat d'une licence perpétuelle, qui permet d'être détenteur de la licence, tout en prenant en compte qu'il y aura des mises à jour payantes, indispensables pour bénéficier des dernières nouveautés. La licence peut aussi se louer, il s'agit d'un droit d'utilisation temporaire, à renouveler tous les mois, tous les ans ou après quelques années. Tandis que l'achat de la licence permet d'être détenteur à vie du logiciel, sans forcément acquérir les mises à jour éventuelles, la location permettra en revanche de pouvoir profiter du logiciel rapidement sans avoir à déboursé une grosse somme d'argent d'un coup. C'est aussi la solution adéquate lorsque la charge

de travail en agence n'est pas toujours régulière, il sera donc possible de louer le logiciel pour quelques mois, jours, ou même heures.

Le prix de tels logiciels revient entre 5400€ et 10400€ HT. Pour la location, sur 3 ans, l'utilisateur devra déboursé 7400€ HT. S'ils servent à la conception, les logiciels ne permettent pas d'entreprendre des simulations thermiques acoustiques ou autres. Il faudra alors se munir d'outils complémentaires de logiciels ou modules indépendants.

Vient ensuite la formation, qui peut être inter-entreprises et/ou intra-entreprises (accompagnement personnalisé). Ces formations peuvent être de l'ordre de 500€, avec 5 à 10 jours minimum de formation pour une bonne maîtrise de logiciel, et passer à 1000€ pour un suivi personnalisé qui permettra de mettre en place la charte BIM ou définir le protocole d'échange pour un projet spécifique.

Si l'on résume tout cela, l'aspect financier est effectivement un point qui ne laisse pas indifférent les professionnels lorsqu'il s'agit d'adopter le BIM. Surtout pour les petites structures ne bénéficiant pas d'un apport financier suffisant. Une formation au BIM et le matériel nécessaire (poste + logiciel), représente environ 15 000€ par poste la première année. Pour une PME composée de deux utilisateurs, qui souhaite participer au processus BIM, cela représenterait 30 000€ d'investissement. Pour une société, qui peut emprunter pour investir, il s'agit d'un chiffre qui laisse toutefois à l'architecte une

appréhension à l'idée de se lancer.

Cependant, il est difficile de savoir si, avec plus de moyens, les architectes se tourneraient vers une transition numérique en faveur du BIM. Dans les années 90, le revenu annuel de l'architecte était plus élevé, et cela n'a pas incité davantage les maîtres d'oeuvres à acquérir du matériel informatique en remplacement des crayons et feuilles sur lesquels ils travaillaient malgré l'arrivée sur le marché de la DAO.

Le coût financier n'est pas le seul à considérer, il faut aussi compter le temps nécessaire à la maîtrise du logiciel et donc la perte de productivité qui en découle. En effet, la formation des utilisateurs se fera pendant le temps de production, et les débuts sur un nouveau logiciel seront difficiles. Il faut avant toute chose, mettre en place une charte graphique, c'est à dire paramétrer le logiciel de CAO par rapport aux volontés du maître d'oeuvre, ses habitudes d'export et de dessins. Cela est généralement fait par le BIM Manager, en général dans les grosses agences, ou par l'architecte lui même, dans les plus petites structures. La mise en place de cette charte est relativement longue. Il en découlera donc une baisse de productivité pour l'agence, où la conception sera plus longue, et la gestion de projet plus compliquée dans les premiers mois, avec la découverte du logiciel. L'investissement et le temps nécessaire pour la mise en place du BIM sont les points que les agences soulèvent le plus souvent lorsqu'il s'agit d'exposer leur avis sur un changement de leur pratique en faveur de la maquette numérique.

Mais ce ne sont pas les seules remarques qui inquiètent les architectes. Ils sont nombreux à penser que le BIM peut nuire au métier d'architecte. Le BIM présente de nombreux avantages en terme de gain de temps, une fois que les utilisateurs se le sont approprié. En revanche, si l'agence passe à côté, et ne souhaite pas s'investir dans ce projet, il n'est pas impossible que les autres entreprises, bureaux d'études, ingénieurs, constructeurs, s'emparent d'une grande partie du projet, qui perdra en qualité artistique, car le maître d'oeuvre n'aura pas la maîtrise du logiciel.

D'après l'interview de Jacques Dubois, entrepris par un étudiant d'architecture pour son mémoire de Master (FRIGELLI, 2017)<sup>17</sup>, ce dernier explique que si l'architecte veut garder la propriété intellectuelle du projet, du point de vue de la création, car c'est avant tout son attribution, il se devra de maîtriser le BIM et d'égaliser ses collaborateurs. De plus, l'architecte, en jouant le rôle de BIM Manager (s'il n'en a pas engagé un) se chargera de rassembler les maquettes numériques de ses collaborateurs pour s'assurer de la bonne réalisation de chacun.

C'est une responsabilité qui s'ajoute à un grand nombre d'autres pour laquelle l'architecte n'a pas forcément le temps et cela risquerait d'être un poids et du temps supplémentaire qu'il ne passerait pas sur la conception. En revanche, c'est de cette façon que l'architecte se retrouverait de nouveau au coeur du projet, à pouvoir gérer les quantités, les coûts, et avoir une position de force dans les décisions à prendre. C'est donc un effort à double tranchant, qui offre autant d'atouts que de points négatifs.

<sup>17</sup> FRIGELLI, M. (2017) L'arrivée du BIM dans les agences d'architecture en France [PDF] p61 [https://issuu.com/meghanefrigelli/docs/frigelli\\_m\\_ghane\\_m\\_moire\\_bim](https://issuu.com/meghanefrigelli/docs/frigelli_m_ghane_m_moire_bim) [consulté Août 2018].

La question de la standardisation des productions est également une crainte que les architectes peuvent ressentir lorsque l'on parle du processus de maquette numérique. En effet, lorsqu'il s'agit de dessiner à la main, chaque maître d'oeuvre apporte sa touche personnelle dans la production des documents graphiques. La liberté de création était d'autant plus grande avant l'arrivée de l'informatique. Depuis les années 90, la liberté de création semble moins importante pour certains architectes, et la crainte d'une standardisation dans le métier d'architecte se fait sentir avec l'arrivée du BIM. La maquette numérique serait une forme de création où la pensée est formatée, avec l'utilisation d'objets standardisés qui pourraient ne pas être paramétrés spécifiquement pour un projet. La difficulté de gestion du logiciel de CAO pourrait mener l'architecte à prendre quelques raccourcis et « copier-coller » certains éléments du projet précédent, comme c'est déjà le cas parfois avec les possibilités que l'informatique offre. L'architecture qui en résulterait serait simplifiée or le projet doit être la priorité de l'architecte avant toute autre considération, que ce soit la difficulté de création ou le temps que cela prend. Cela dit, la reproduction et la réutilisation d'éléments déjà réalisés existent depuis longtemps, depuis que le calque, le papier carbone ou plus récemment, la photocopieuse, existent. Le « copier-coller » se pratiquait donc déjà dans les années 90 sans ordinateur.

La question de la liberté du geste fait aussi partie des réticences des architectes. Chez Studiolada, le croquis est au coeur de la conception, la main est la

manière la plus efficace de faire ressentir une idée, un concept. L'ordinateur serait un frein pour l'imagination lorsqu'il s'agit de créer des formes plus complexes. Elles sont relativement simples à réaliser à la main mais elles deviennent une épreuve lorsqu'il s'agit de les passer sur l'ordinateur. De plus, en ce qui concerne la bibliothèque BIM mise à disposition avec les logiciels de CAO, celle-ci n'est pas encore alimentée par tous les fabricants, et généralement seuls les produits phares des marques sont mis en ligne. Ainsi, on peut rapidement retrouver les même objets dans plusieurs projets, et le bâtiment perdra en originalité et en authenticité. De plus, la facilité d'accès à ces bibliothèques pourraient mener l'utilisateur à préférer choisir un objet déjà conçu, qui ne demande qu'à être paramétré plutôt que de dessiner lui-même l'objet qui serait alors une pièce unique, adaptée au projet.

Enfin, la question de la responsabilité juridique avec ce nouveau processus de création, peut décourager certains architectes qui souhaiteraient passer à l'acte. Le travail collaboratif efface la hiérarchie classique que l'on retrouve dans la conception d'un projet via les logiciels de DAO. Au sein d'une agence, il n'y a plus de chef de projet avec plusieurs dessinateurs, le BIM permet à l'ensemble de l'équipe d'accéder à la maquette numérique. Il se pose alors les questions de traçabilité, de responsabilités si un sinistre fait surface dans la réalisation. La loi MOP, loi n°85-704 du 12 juillet 1985, relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'oeuvre privée, ne fait pas mention des



problèmes qui peuvent survenir lors des phases de travail collaboratif où la maquette numérique passe entre les mains des différents acteurs (Seban-associésavocat.fr 2018). L'interopérabilité que permet le BIM peut amener à un entremêlement des interventions des différents acteurs au titre de mission plus ou moins proches. En effet, l'article 7 de la loi MOP précise que le maître d'ouvrage peut confier plusieurs missions distinctes au maître d'oeuvre : étude d'esquisse, étude d'avant projet, étude de projet, assistance au maître d'ouvrage pour la passation du contrat de travaux, étude d'exécution ou examen de la conformité du projet, direction de l'exécution du contrat de travaux, ordonnancement, pilotage et coordination du chantier, et l'assistance au maître d'ouvrage lors de la réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement. Le travail autour de la maquette numérique laisse paraître que l'ensemble de ces phases ne seront pas forcément aux mains du maître d'oeuvre, le BIM est un outil à disposition de tous les acteurs pour la réalisation de leur mission respective. Il faudra dans ce cas prévoir une convention BIM, ou un protocole BIM, sous la forme d'un document contractuel, dans lequel sera intégré l'ensemble des missions auxquelles s'engagent chaque intervenant, et qu'ils devront respecter.

Cette frilosité par rapport au BIM est liée d'une part à l'énergie, au temps, et à l'argent à investir mais aussi d'autre part à un manque d'investissement de la part des architectes lorsqu'il s'agit de s'informer. En effet, d'un point de vue général le BIM inquiète, seulement si l'on se penche davantage sur les économies qu'il peut

engendrer, et l'assurance d'une cohérence entre tous les documents et les intervenants, l'avis général serait peut être moins tranché.

Contrairement à ses débuts, le BIM bénéficie aujourd'hui de nombreuses publications, de sites web renseignés, et de colloques ou forums nationaux et internationaux. J'ai choisi, pour ce mémoire, de balayer largement le web, outil le plus accessible aujourd'hui pour trouver une information, pour récolter un maximum de données autour du BIM, et m'assurer que le sujet est désormais défini, expliqué sur de nombreux sites.

Si les architectes se questionnent toujours, cela ne vient donc plus d'un manque d'information mais peut être d'un trop grand nombre de données à intégrer, d'un vocabulaire compliqué, nouveau, et les laissent interdits. Il est vrai que les notions que génère la pratique du BIM sont plutôt extraites d'un champ lexical informatique plutôt qu'architectural. Résultat, l'ensemble des données concernant les formats de fichiers, les niveaux de définition de la maquette numérique (ND ou LoD), les niveaux de BIM, la 2D jusqu'à la 5D, créent un lot d'informations presque étranger pour les architectes. Il est difficile de se lancer dans un univers dont on ne saisit pas la totalité des caractéristiques.

L'avis de Studiolada, présenté par la suite, nous permettra d'appuyer ces généralités, qui ont également été soulevées par les architectes de l'agence.

Mais avant tout, prenons le temps d'analyser les démarches rassurantes que l'Etat ou d'autres organismes ont mis en place ces dernières années pour faciliter la transition numérique.

18 Seban-associés  
avocat.fr (2018).  
Construire avec  
le BIM : éléments  
d'analyse juridique  
| Seban & Associés  
[online] Available  
at <http://www.seban-associésavocat.fr/problematiques-juridiques-liees-a-l'utilisation-bim/>  
[Accessed 1 Jul  
2018].

## II. Pratique actuelle de l'architecture, des agences en retrait

### C. Les démarches pour rassurer et faciliter la transition numérique

En France, l'adoption du BIM est lente. Les architectes sont nombreux à tenter de l'éviter par peur des risques cités précédemment ou par simple conviction doctrinale. Ils choisissent de reporter son adoption à plus tard et de sous-traiter les tâches à d'autres collaborateurs en espérant pouvoir continuer à exercer sur un maximum de projets avec leur propre méthode. Le secteur du bâtiment français ne suit donc pas au même rythme que ses voisins européens, ou autres pays étrangers, l'acquisition du BIM (JN 2016)<sup>19</sup>.

Les pays du nord comme la Norvège, la Finlande ou le Danemark ont déjà investi dans les échanges de données, et ont adopté le BIM depuis 2007. L'Allemagne, elle, a lancé son plan numérique « Planen Bauen 4.0 » en 2014 (GN 2016)<sup>20</sup> et les réflexions pour rendre le BIM obligatoire sont bien avancées. En revanche les pays du Sud, dont le marché du bâtiment est plus fragmenté, peinent à suivre le mouvement. Un grand nombre de TPE-PME et d'artisans n'ont pas accès au marché de travaux passés en BIM. Les Britanniques quant à eux annonçaient que le BIM serait obligatoire dès 2016 dans les constructions publiques. A plus grande échelle, en Asie, à Singapour, le BIM est déjà obligatoire depuis 2015 (JN 2016). A travers l'Europe, les grandes agences d'architectures et celles de taille intermédiaire ont déjà implémenté le BIM et s'en servent quotidiennement. L'enjeu aujourd'hui concerne surtout les PME et les TPE.

Afin de ramener la France dans les leaders du

<sup>19</sup> JN (2016) Mediaconstruct compare les retours d'expérience BIM à travers l'Europe le 30 juin. [en ligne] lemoniteur.fr <https://www.lemoniteur.fr/article/mediaconstruct-compare-les-retours-d-experience-bim-a-travers-l-europe-le-30-juin.1244259> [consulté Août 2018].

<sup>20</sup> GN (2016) Le BIM à l'étranger, comment cela se passe-t-il ? [en ligne] Batiactu <https://www.batiactu.com/edito/bim-a-etranger-comment-cela-se-passe-t-il-45533.php> [consulté Juillet 2018].

secteur du bâtiment, et suivre le virage du BIM comme ses voisins européens, l'Etat français met en place plusieurs mesures afin d'aider et de motiver les professionnels.

Le premier mouvement remonte à 2014 (*Batiment-numerique.fr* nd)<sup>21</sup>, lorsque Bertrand Delcambre est nommé « Ambassadeur du numérique » par la ministre du logement Sylvia Pinel. Son objectif est de :

- dresser un état des lieux du savoir-faire français, de ses atouts et de ses faiblesses;
- identifier les axes stratégiques et opérationnels de développement ;
- permettre une généralisation du recours aux outils numériques par l'ensemble des acteurs dans le bâtiment à l'horizon 2017.

Après 6 mois de travail, le 2 décembre 2014, il remet un rapport à la Ministre du logement, avec 4 préconisations (*Batiment-numerique.fr* nd):

- convaincre et donner envie à tous les acteurs et notamment aux maîtres d'ouvrage de s'engager sur la voie de la transition numérique du bâtiment ;
- répondre aux besoins d'équipement et de montée en compétences numériques des acteurs, notamment les entreprises TPE/PME du bâtiment ;
- développer des outils adaptés à la taille de tous les projets de construction ;
- installer la confiance dans l'écosystème du numérique français.

Quelques jours après, des fonds sont mobilisés (à hau-

teur de 70 M€) pour accompagner la filière du bâtiment dans le numérique. Trois plans d'actions ont ainsi été mis en place.

Le PACTE, Plan d'action pour la qualité de construction et la transition énergétique, le PTNB, le Plan de Transition Numérique dans le Bâtiment, et un dernier plan lié au désamiantage.

C'est essentiellement le PTNB qui nous intéresse ici. Il vise à accélérer le déploiement des outils numériques dans l'ensemble du secteur du bâtiment. Il est officiellement créé le 20 janvier 2015 et poursuit 3 objectifs.

Le premier est d'informer, de motiver, de donner envie aux professionnels de s'approprier le numérique dans leur pratique. Le second vise à développer les compétences des acteurs du bâtiment autour de la notion du numérique. Enfin, le dernier point concerne la volonté de mettre en place une meilleure interopérabilité des outils et logiciels avec un écosystème numérique de confiance.

Les fonds destinés au PNTB, et les partenariats créés permettent également d'aider financièrement les PME et TPE dans l'acquisition de matériel informatique, de logiciels ou pour financer sa formation. Le financement pourra provenir aussi d'autres institutions. Pour les architectes associés, les salariés, et les collaborateurs la formation sera prise en charge financièrement par ACTALIANS. Pour les architectes libéraux le FIF-PL, Fond d'assurance formation des professions libérales, pourra financer la formation BIM qui entre dans les thé-

21 *Batiment-numerique.fr* (nd).  
*Repères chronologiques*. [online]  
Available at: <http://www.batiment-numerique.fr/PTNB/reperes-chronologiques.htm>  
[Accessed 1 Aug 2018].

matiques prioritaires.

L'Ordre des architectes a lui aussi une part à jouer dans l'aide et la motivation des professionnels. L'invitation au BIM passe par des dossiers fournis dans le Cahier des Professionnels, magazine envoyé chaque mois à tous les inscrits à l'ordre des architectes, qui expliquent les différents points à connaître pour une transition douce. De plus, le Conseil national a signé la charte « Objectif BIM 2022 », en novembre 2017, pour inviter les maîtres d'ouvrages à concevoir leur bâtiment en BIM à partir de 2020. Cette charte atteste également que l'Etat aidera les acteurs à prendre le tournant numérique. L'idée de cette charte n'a pas vocation à imposer le BIM, à rendre son utilisation obligatoire, seulement elle prévoit d'instaurer une certaine confiance avec les acteurs du bâtiment afin qu'ils choisissent volontairement d'adopter le BIM.

Au même moment, via le PNTB, c'est une plateforme collaborative en ligne qui a été créée : KROQI. Son objectif est d'accompagner les PME et TPE dans leur travail et leurs échanges autour de la maquette numérique. Elle permettra d'organiser le travail collaboratif, et d'assigner les tâches spécifiques à chacun, elle disposera d'un gestionnaire de protocole visant à vérifier que toutes les règles de la maquette numérique seront bien respectées, et un dernier service aidera les entreprises à remplir des permis de construire.

Les démarches sont en bonne voie pour facili-

ter la transition numérique chez les professionnels du bâtiment. En effet, le mouvement est palpable, les plateformes d'échanges se multiplient, des forums et des conférences sont organisés, comme le salon du « BIM WORLD », le « Meeting BIM » tout deux créés en 2015. On note aussi le « BIMBANG event » au cours duquel est organisé un workshop pour les étudiants en architecture, le BIM Decathlon, un concours original de démonstration du BIM.

De plus, c'est du côté de l'éducation que la transition numérique se fait ressentir. Si l'on se tourne maintenant vers les enseignements proposés dans les écoles d'architecture, il est fréquent de constater que les logiciels qui sont présentés aux étudiants et sur lesquels ils passeront le plus de temps sont des logiciels de CAO. En France, et à l'école d'architecture de Nancy par exemple, qu'il s'agisse de Revit ou Archicad, les deux enseignements sont dispensés, afin de laisser aux étudiants le choix de s'orienter vers l'un ou l'autre des logiciels. L'enseignement hebdomadaire, étalé sur un semestre, permet à chacun d'acquérir la maîtrise nécessaire pour concevoir un projet sur de tels logiciels. Par la suite, il ne tient qu'à lui d'utiliser ce savoir-faire pour sa propre pratique du projet. Le lien entre l'enseignement de projet et l'enseignement informatique n'existe pas, l'étudiant peut donc, s'il le souhaite, conserver un logiciel de DAO pour produire les documents graphiques nécessaires à la présentation de son projet. Ce qui n'est pas le cas dans les universités étrangères, où l'enseignement est proposé sous trois formes : un cours indépen-

dant, et entièrement dédié au BIM, un cours en lien avec le projet et d'autres matières, et un dernier qui met en place le système de collaboration à distance.

Depuis quelques années, la France s'investit davantage dans la formation au BIM et propose aux étudiants des formations dispensées au cours du cursus d'architecture, sous la forme d'option ou de master spécialisé. Les écoles d'architecture de Marne la vallée, Paris Val de Seine, de Normandie, et bien d'autres suivent ce mouvement. Le cursus AME, par exemple, proposé à Nancy, accessible dès la 4<sup>ème</sup> année d'architecture sous la forme d'un double cursus, ou avec un diplôme du domaine de l'ingénierie ou du design global, permet d'appréhender les notions qui gravitent autour du BIM. Le personnel éducatif enseigne aux étudiants les fondamentaux de ce processus, dispense des cours pour développer la maîtrise d'un logiciel de CAO, jusqu'à la maquette numérique. La maîtrise de cet outil est directement lié au projet au cours duquel une véritable situation de travail collaboratif est mise en place entre étudiants de formations différentes. De plus, concernant les partenaires de la maîtrise d'oeuvre, leur enseignement se tourne lui aussi vers le BIM comme à l'école spéciale des Travaux Publics à Paris, où un master spécialisé BIM est proposé.

Pour résumer, les éléments pour favoriser la bonne mise en place du BIM et son déploiement rapide au sein des agences et entreprises ne manquent pas. Qu'ils s'agissent des apports financiers, de la formation, des conférences, et des plans d'actions, la France se mo-

bilise pour une bonne transition numérique.

Seulement, comme nous l'avons développé précédemment, la majorité des agences d'architecture sont des PME voire TPE, avec une moyenne d'âge d'une cinquantaine d'années. La plupart des entreprises du bâtiment s'apparentent davantage elles aussi à de petites entreprises, et 90 % de 500 entreprises de fabrication dans le bâtiment déclarent mal connaître le BIM d'après un sondage Ipsos réalisé en 2016 (*Blog-du-bim.fr 2016*)<sup>22</sup>. Elles seraient également 64% à ne pas percevoir les atouts que le BIM présente pour leur activité. Malgré tous les éléments mis en place, on peut se demander si le BIM est réellement adapté à tout le monde. C'est ce que je vais essayer d'expliquer dans cette dernière partie en étudiant le cas particulier de l'agence Studiolada.

<sup>22</sup>Blog-du-bim.fr (2016). Décryptage en chiffres de la transition numérique dans le bâtiment. [en ligne] <http://www.blog-du-bim.fr/le-blog-du-bim/articleid/882/titre/decryptage-en-chiffres-de-la-transition-numerique-dans-le-batiment> [Accessed 1 Sep 2018].

### III. Le stage

#### A. Studiolada face au BIM

L'agence Studiolada est composée de 6 architectes et urbanistes. Diplômés dans les années 2000, ils sont de fervents défenseurs du travail à la main. Ils font partis de ces agences qui privilégient tant que possible la maquette matérielle, en carton plume et balsa, et les croquis d'intention. Chaque réunion de projet se fait autour d'une table, stylos et calques à la main. Leur pratique du projet, du fait de la structure de l'agence et de leur spécialité propre à chacun, se fait donc sur des thèmes toujours très variés. L'agence s'investit autant dans un projet de cabanes éphémères (Projet de la pépinière), que sur un concours pour l'escalier du musée du Centre Pompidou à Paris ou la réalisation d'un bâtiment d'accueil pour enfants.

Leur champ d'exercices s'étend globalement sur les domaines suivants: études urbaines et paysagères, constructions, réhabilitations, aménagements intérieurs, scénographie, design, publications et recherches... Les 6 architectes sont constamment disponibles pour chaque projet, mais seulement 2 architectes référents sont les interlocuteurs du maître d'ouvrage. Ainsi, ce sont 6 cerveaux qui réfléchissent ensemble autour des problématiques d'un projet, créant une réelle dynamique dans l'atelier, et permettant de répondre au mieux aux attentes du maître d'ouvrage. Concernant leur outil de travail, l'ensemble de l'agence évolue sur un logiciel de DAO, Autocad, pour la réalisation des plans, coupes et

élévations. Pour les vues 3D, c'est à l'aide de Sketchup, et d'un post traitement sur Illustrator ou Photoshop, qu'ils produisent les documents, ou bien en faisant appel à des intervenants extérieurs, lorsqu'il s'agit de concours ou de plus gros projets.

Dès mon entrée dans l'agence, une première divergence concernant les logiciels sur lesquels ils évoluent et ma formation s'est présentée. En effet, ma maîtrise du logiciel Autocad n'était pas des meilleures, et l'année passée en double cursus AME a plutôt amélioré mes compétences sur le logiciel de CAO, Archicad. La proposition de les initier à ce moment là au logiciel que je maîtrisais s'est présentée, mais ce n'était pas dans leur intérêt.

J'ai écouté l'ensemble des avis de l'agence concernant le BIM, que j'ai regroupé sous la forme de notes, au cours de mon stage et surtout avec un entretien final, auprès de Christophe Aubertin (C.A) et Xavier Géant (X.G). De manière générale le constat est rapide.

La transition numérique ce n'est pas pour maintenant, et elle ne les motive pas vraiment. Tout d'abord, ils se trouvent trop peu informés au sujet du BIM. À l'agence, personne ne sait réellement de quoi il s'agit. Tout le monde en parle, l'ordre des architectes en particulier, mais cela ne les aide pas forcément. Leur définition actuelle du BIM serait qu'il s'agit d'un outil de mise en pratique, qui permet la maintenance du bâtiment dans l'avenir. C'est la notion de recyclage et l'utili-

sation des matériaux qui pourraient éventuellement les intéresser. Pour X.G, le BIM est un outil plutôt gadget, qui représente un investissement en temps et en argent conséquent, trop important pour une agence de leur taille. Il s'agit donc d'une démarche qui apporte de l'intérêt, sur laquelle il faut se pencher, d'après C.A, mais ils n'ont pas le temps, pas l'argent, et ce n'est pas leur méthode de travail.

Pour d'autres, l'intérêt n'existe vraiment pas pour la maquette numérique, du moins ce serait une pratique à fournir à un sous traitant qui ne s'occuperait que de ça. Ils constatent qu'il y a certain avantage à l'idée de manipuler la maquette numérique. Par exemple, C.A est conscient que sur le chantier, la nécessité de devoir emmener un nombre important de classeurs regroupant l'intégralité des documents liés au projet, avec le risque d'avoir oublié d'imprimer un plan ou un document est ennuyant. La maquette numérique offre la possibilité de consulter d'un geste n'importe quel détail demandé au cours d'une réunion de chantier. Et ce à partir d'une simple tablette ou ordinateur, bien moins encombrant que les classeurs. Ils considèrent que les projets sur lesquels ils travaillent sont trop variés pour être exploités avec le BIM. Pour X.G et C.A, le BIM concernerait plutôt des agences qui pratiquent des projets du même style, qui répètent les mêmes plans ou agencements. Puisque la conception en CAO semble être fastidieuse, il est plus simple de réutiliser des éléments conçus auparavant, et donc destinés à des projets du même thème. Le concept de l'agence Studiolada étant d'avoir toujours des projets

très différents, que ce soit dans leur dimension, leur programme ou leur contexte, ils considèrent que le BIM serait une perte de temps, à devoir sans arrêt modéliser de zéro.

Studiolada porte un regard attentif aux détails pour certains éléments, et pour d'autres ils préfèrent attendre de rencontrer l'entreprise et de voir sur place ce qu'ils sont capables de faire, de proposer avec leur savoir faire et leur propre technique.

«L'idée c'est de travailler directement sur le chantier, car chaque entreprise pratique différemment, dispose de matériaux différents et d'un outillage différent. Or les entreprises pour un projet arrivent à la fin, au moment du DCE, de l'appel d'offre, elles ne sont donc pas présentes en amont. Par conséquent, elles ne peuvent pas proposer leur style avant » (propos recueillis de Christophe Aubertin).

Les « Ladas » se démarquent par leur volonté de travailler au maximum avec des artisans et des entreprises locales, l'envie de faire vivre un marché local, dans les matériaux et dans la pratique. Ces entreprises n'excellent pas toujours lorsqu'il s'agit de traiter des données en informatique, sur des logiciels de DAO, et il est encore plus rare que les artisans maîtrisent la CAO. Pour les architectes de l'agence, « passer au BIM leur ferait perdre 80% de leurs interlocuteurs, car au moins 50% d'entre eux n'ouvrent même pas les plans DWG ». Ils évoquent avec humour une anecdote lors d'un projet de médiathèque pour lequel « l'électricien [...] n'avait même

pas pris le temps de consulter les plans et a découvert sur place qu'il n'y avait pas de plafond démontable».

Lorsque j'ai pu leur expliquer le fonctionnement et les atouts que pouvait présenter la maquette numérique, notamment sur les erreurs de chantier qu'elle peut éviter, sur sa précision, ils s'accordent sur le fait que les modèles 3D représentatifs conçus sur Sketchup sont largement satisfaisants pour leur utilisation. De plus, ils ne veulent surtout pas se détacher de la maquette en bois, classique. La maîtrise de l'outil informatique n'est pas du tout leur manière de concevoir. Les choix pour un projet se font au calque, autour de la table de réunion, avec des crayons et plusieurs personnes qui dessinent en même temps.

D'après X.G et C.A, le BIM serait destiné à des projets où il y a beaucoup d'intervenants différents et pour des projets d'échelles bien plus grande que ceux qu'ils traitent à présent, comme par exemple des hôpitaux ou un aéroport.

Lorsqu'on aborde la formation au BIM, ils sont conscients que cela impliquerait de se séparer du futur utilisateur pendant plusieurs mois, au risque de le perdre s'il choisit de démissionner, et donc la formation serait à renouveler. Pour eux le BIM crée un nouveau métier et segmentarise l'agence d'architecture. S'ils venaient à former l'un de leurs employés, il s'occuperait de passer en BIM chaque étape d'un projet qui aurait été conçu au préalable par les autres équipes de l'agence. Il y aurait un Bim manager, une équipe conception, une



équipe APS, une équipe APD ... Ils préfèrent faire appel à un sous traitant lorsque le maître d'ouvrage le réclame, pour concevoir à ce moment là à partir de la maquette numérique.

J'ai également soulevé le fait que le BIM permettait à certaines petites agences de prétendre à des plus gros projets et ainsi venir concurrencer les plus grandes. Pour X.G cela est « Faux ! Archi Faux ! ». La maîtrise d'un outil ne veut pas dire une meilleure maîtrise de la qualité architecturale. Un maître d'oeuvre qui sait dessiner des maisons ne saura pas forcément dessiner correctement un aéroport. Le BIM est un outil, rien de plus. D'après eux, le BIM implique pour l'architecte de passer davantage de temps devant l'ordinateur, à réaliser la 3D et à consulter et valider le travail de chaque entreprise. Et lorsque l'architecte souhaite changer d'avis, d'orienter le bâtiment de 20° supplémentaire alors que le projet est déjà figé, toutes les entreprises ne seront pas d'accord pour tout redessiner. Pour C.A, qui travaille régulièrement sur des projets tramés, aux formes simples, la maîtrise de Sketchup et Autocad est amplement suffisante. Le BIM, pour les Ladas, serait intéressant en phase DCE, une fois le projet terminé, pour avoir une maquette numérique renseignée en données, réutilisable par la suite par de nouveaux acteurs du projet, pour le recyclage ou la maintenance du bâtiment.

Pour résumé, l'agence reste très réticente à l'utilisation du BIM. Cela résulte d'une information vague, mais aussi de leur méthode et leur conviction à oeuvrer

avec les acteurs locaux du bâtiment. De plus, les artisans avec lesquels ils collaborent, n'ont pas l'intention de s'orienter vers le BIM, ce qui, pour Studiolada, signifierait qu'ils ne pourront pas faire appel au savoir-faire local de ces entreprises et par conséquent leur architecture s'en trouvera moins originale.`

La peur du changement, le coût financier décourageant, ou simplement la pratique de l'architecture chez Studiolada, sont les points sur lesquels les architectes se basent pour refuser l'implémentation du BIM dans leur structure. Par la suite, à travers mon expérience, en tant que stagiaire, mes connaissances recueillies, pendant ma formation AME et durant la rédaction de ce mémoire, nous verrons si leur méthode de travail est incompatible avec le BIM.

### III. Le stage

#### B. Déroulement du stage

Au cours de ce stage, j'ai pu assister et participer à de nombreuses phases différentes d'un projet. De la lecture du cahier des charges, à la phase de permis de construire, en passant par la conception, le dessin 2D et 3D, sur un projet de concours ou un projet privé, Studiolada m'a permis d'aborder un panel intéressant de l'exercice de l'architecte. Ainsi, il sera plus simple d'offrir une conclusion, ou du moins un avis, plus ou moins éclairé, sur la nécessité de cette agence à passer au BIM, et donc élargir ce constat à d'autres agences qui pourraient fonctionner comme cette dernière. Je n'ai pas fait de phase d'audit ou d'analyse particulière de l'agence, seulement mon expérience en tant que stagiaire, et le travail fourni m'ont permis de remarquer certains points sur lesquels le BIM pourrait être un atout pour ces 6 architectes, tout comme il pourrait être un investissement peu convaincant.

Dans cette partie, je tacherai d'expliquer généralement les missions qui m'ont été confiées, et seulement dans un second temps je ferai une analyse des événements où le BIM aurait été un atout ou non.

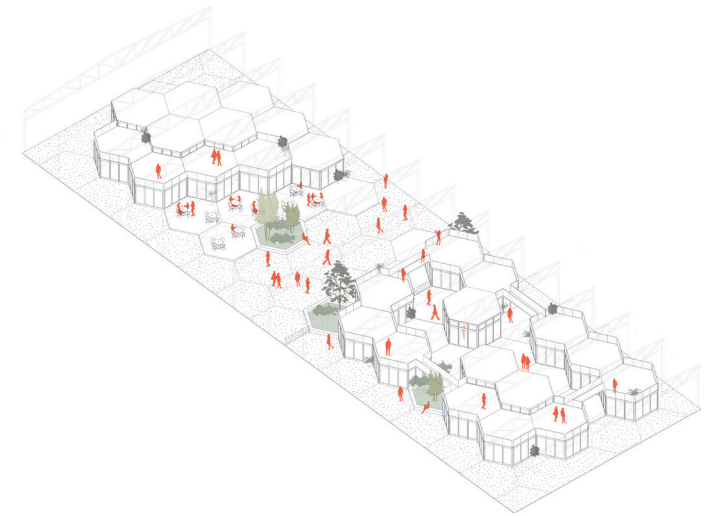
Le premier projet sur lequel j'ai eu à travailler, concernait le rendu d'un concours pour le réaménagement du site TCRM-BLIDA, à Metz. Blida, est un tiers-lieu de création, de production et d'innovation artistique et numérique, ouvert depuis 2014 sur le site de

l'ancien dépôt de bus TCRM. La production était déjà bien avancée, et je suis arrivée au milieu des documents graphiques à produire, et l'élaboration d'un modèle 3D. Les architectes en charge de ce projet au sein de l'agence étaient Christophe Aubertin, et Benoit Sindt.

Le concept était de créer l'idée d'un village dans lequel les artisans et auto-entrepreneurs peuvent évoluer. Ce concept s'est matérialisé sous la forme de modules hexagonaux multipliés sur tout le site, tantôt pour abriter un restaurant, ou une cuisine, tantôt pour héberger les artisans et leur fournir un atelier agréable. Ces modules se déclinent en trois modèles, où seulement la hauteur sous plafond diffère, et l'ajout d'un garde-corps en toiture lorsqu'elle est accessible.

Ma mission a donc été dans un premier temps de modéliser en 3D cet élément architectural sur Sketchup, logiciel de modélisation classique qui permet d'obtenir une 3D représentative du projet. Ce modèle était déjà initié par l'un des stagiaires de l'agence.

Première difficulté rencontrée : reprendre un modèle déjà élaboré. Sur Sketchup, chacun à sa technique de dessin. Pour obtenir une 3D propre, sans erreur, pour une belle représentation, il est important de dessiner proprement et d'éviter les surfaces biaisées, les superpositions de traits etc. Après quelques temps à reprendre le modèle, il était plus simple de repartir d'une page vierge, et de recommencer le modèle. Chaque module était représenté avec l'ensemble des détails nécessaires à sa réalisation : plancher, charpente, vitrage, parois en bois, support garde-corps, jusqu'aux boulons de



axonométrie de projet, source: Studiolada, Stéphanie Dunand

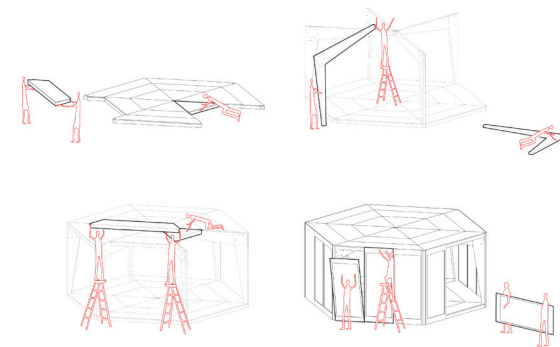
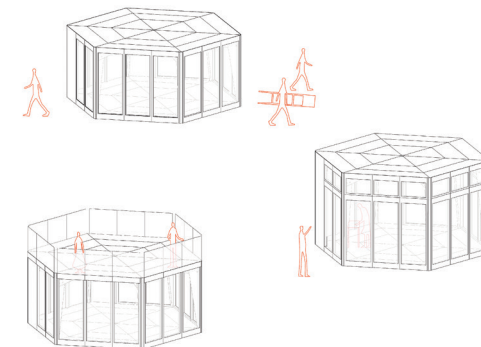
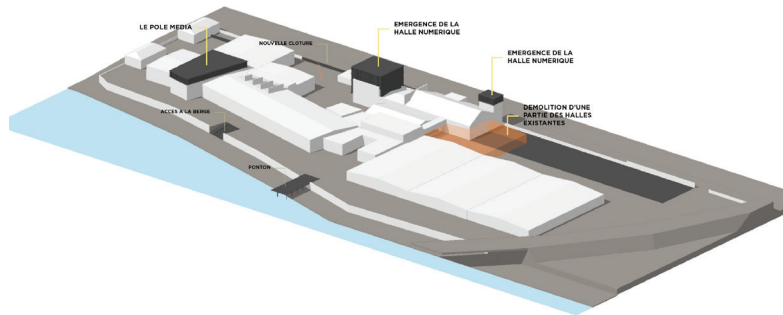


schéma de montage, source: Emmanuelle Prommier



axonométrie de présentation, source: Emmanuelle Prommier



axométrie de présentation générale du projet, source: Emmanuelle Prommier



Planis d'entrée depuis l'avenue de BKS

Perspective de concours, vue de l'entrée du projet, source: Studiolada, Neraluce



Grande salle



Perspective de concours, vue intérieure, source: Studiolada, Neraluce

fixation. En quelques heures le modèle était terminé. Les structures étant des objets qui allaient être répétés sur le site, chaque élément était réalisé sous la forme de composants. Dans Sketchup, un composant est un groupe, que l'on peut copier à l'infini. Chaque modification apportée à l'une des copies se répercute sur les autres. Cela évite de répéter plusieurs fois les mêmes manipulations. Cette 3D nous a permis par la suite de créer des axonométries reprises sur Illustrator et Photoshop, pour imager les propos sur le rendu du concours. Elle a également été envoyée au perspectiviste auquel l'agence a fait appel pour la production d'une image de synthèse.

Pour la perspective finale qui allait orner le format A0 de présentation, le partenaire à qui ils ont confié cette mission, a modélisé de nouveau le modèle 3D, sur un autre logiciel, à partir des données qui lui ont été fournies. Avec le fichier Sketchup, nous avons fait suivre l'ensemble des plans et détails nécessaires à la bonne compréhension du concept pour que le travail du perspectiviste reflète celui fait en agence en phase de conception.

On remarque ici que le travail de modélisation est répété deux fois, pour la production d'une image. Bien entendu cela à un coût; ce perspectiviste est un sous traitant hors de l'agence.

Par la suite, la mission était d'extraire les documents graphiques, plans, coupes, élévations, du projet. Le site étant vaste, l'intervention ne s'est pas limitée à la création de petites installations architecturales, mais aussi à la création d'une tour de quelques étages, de la

surélévation d'un bâtiment, la démolition d'une partie de toiture sur un autre, et le réaménagement complet d'espaces intérieurs.

L'inconvénient lorsque l'on arrive au milieu d'un projet, c'est qu'il est difficile de saisir d'emblée le concept, les interventions, les résultats, et l'aspect final attendu du projet. Malgré un petit briefing à mon arrivée, le dessin des coupes et façades sur Autocad n'était vraiment pas évident. Il était difficile pour moi de connaître les hauteurs des bâtiments modifiés ou de dessiner les façades en arrière plan des nouveaux édifices. De même pour la structure des toitures, qui étaient représentées en plan mais dont j'ignorais la forme lorsqu'il s'agissait de les représenter en coupe. Je n'ai donc pas été d'une grande aide à ce moment là de la production et je me suis donc remise sur la réalisation d'élément 3D.

Il était nécessaire de produire à nouveau un modèle 3D pour choisir le point de vue de la seconde image de synthèse, et envoyé au perspectiviste la base dont il avait besoin pour dessiner son modèle 3D. J'ai donc modélisé la façade de l'une des « tours », nous avons ainsi validé la dimension, l'orientation et la matière de cette façade, pour qu'elle soit par la suite retranscrite en 2D, plan, coupe et façade. Blida est un espace qui s'étend sur 25 000m<sup>2</sup>. Représenter une telle surface sur Sketchup entraîne des bugs d'affichage. Les limites du logiciel se font donc ressentir à ce niveau là, et la modélisation devient compliquée.

Ce premier projet s'est déroulé sur une semaine

complète, puis sur une deuxième où j'ai alterné la production avec un nouveau bâtiment à concevoir.

Christophe Aubertin, seul architecte référent pour ce projet, m'a présenté la demande du maire de Gugnécourt, souhaitant construire un nouveau bâtiment périscolaire, pour l'accueil d'enfants en période de vacances scolaires, ou après l'école. Situé au cœur du village, juste derrière l'église de Gugnécourt, le bâtiment se devait de s'inscrire parfaitement dans son environnement pour mettre en valeur l'édifice religieux, et redessiner l'espace urbain. De plus, des logements pour étudiants étaient attendus sur cette même place mais à l'emplacement d'une ancienne grange.

De nouveau, le projet avait déjà été amorcé en plans, coupes et façades, sur AutoCad. Les logements étaient bien avancés tandis que le bâtiment périscolaire était encore au stade de l'ébauche. La première étape était de relire les premiers comptes rendus de réunion qui avaient été fait avec le maître d'ouvrage, le maire de Gugnécourt, et de m'entretenir avec Christophe au sujet du concept qu'il souhaitait développer, ses intentions et la ligne directrice à suivre.

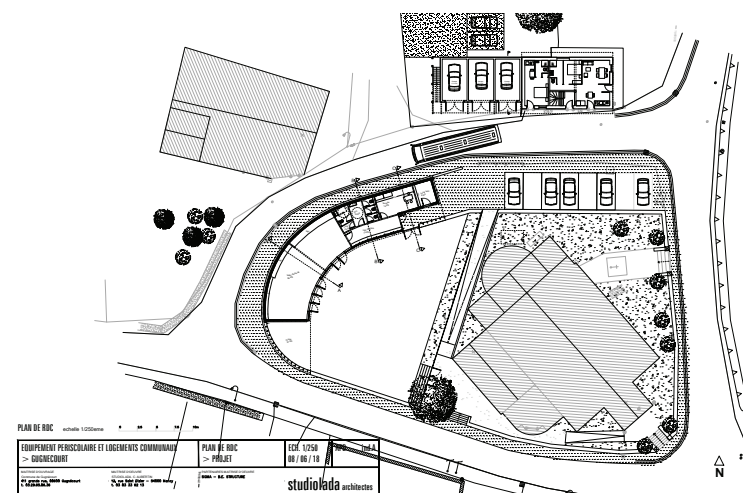
Nous sommes ensuite retournés sur le site, pour que je puisse m'imprégner de l'environnement dans lequel devaient être construits les deux édifices et prendre de nouvelles photos.

Nous avons d'abord travaillé sur la halte garderie, qui n'était pas encore fixée dans sa forme et sa trame. Le bâtiment se devait de redéfinir l'espace urbain, en

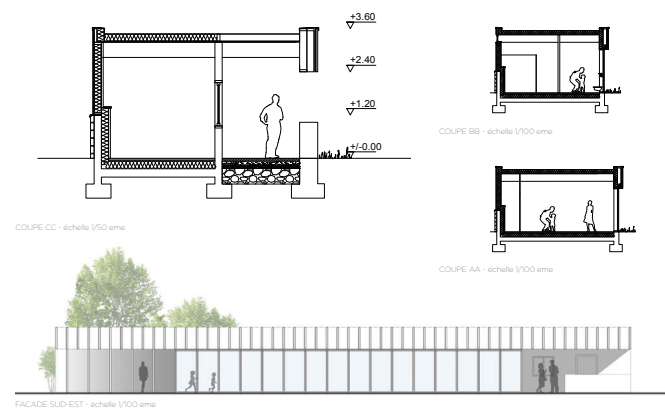
s'enroulant à l'extrémité du terrain. Un édifice de forme organique, courbe, tramé dans son ensemble pour créer un rythme. Les matériaux mis en oeuvre devaient respecter le style présent sur place, avec de la pierre de taille en soubassement, et du bois pour le reste de la structure. Une façade aveugle côté rue, et entièrement ouverte sur la cour intérieure. Le dessin d'une telle forme sur AutoCad n'est pas des plus évident, surtout lorsqu'il s'agit de créer une trame régulière le long d'arc. Cela est encore plus compliqué sur Sketchup, qui est un logiciel très accessible pour modéliser des volumes cubiques, mais qui présente certaines limites lorsqu'il s'agit de volumes ronds, courbes.

La réalisation du modèle 3D n'a donc pas été des plus simples, mais c'était le moyen pour l'architecte de valider ou non un choix. Ainsi, pour chaque décision, la méthode était la suivante :

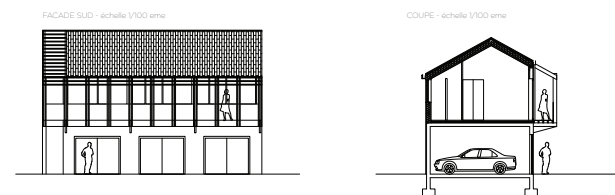
- dessin du plan sur AutoCad, avec définition d'une trame, des surfaces, et de l'ensemble des éléments pouvant décrire le projet.
- Export de ce plan pour conserver les mêmes courbes et trames sur Sketchup
- Création des faces à extruder pour la réalisation du modèle 3D, à partir du plan exporté. Fastidieux car l'export DWG n'est jamais très propre, et les faces, malgré une extension du logiciel, destinée à les créer, ne fonctionnaient pas toujours.
- Validation du modèle ou non en fonction de la vue 3D présentée.
- Quand la trame n'était finalement pas la bonne, alors c'était retour au plan sur AutoCad et reprise du modèle



Plan de rez-de-chaussée du projet, source: Studiolada - Emmanuelle Prommier



coupes et façade de la halte garderie, source: Studiolada - Emmanuelle Prommier



coupe et façade des logements, source: Studiolada - Emmanuelle Prommier



vue de la halte garderie, source: Studiolada - Stéphanie Dunand



vue des logements, source: Studiolada - Stéphanie Dunand

3D à zéro.

En effet, le moindre changement de trame, ou de courbe, modifiait le modèle 3D qui devait être repris complètement, au risque d'avoir un modèle « sale », avec des surfaces triangulées, des traits superposés etc. Il était fréquent de devoir recommencer le modèle 3D, car les choix concernant la trame se sont fait vraiment au fur et à mesure, et les quelques centimètres à ajouter ou à enlever modifiaient l'aspect visuel du bâtiment.

Pour la première présentation du projet, en phase APS, nous avons extrait des vues 3D depuis sketchup, en axonométrie et en perspective, hors contexte, et l'ensemble des plans et coupes des logements, ainsi que les plans et coupes de la halte-garderie. Les façades des logements et du périscolaire n'étaient pas encore fixées. Christophe Aubertin s'est occupé de l'estimation du coût et de la durée des travaux.

La réunion s'est déroulée en présence d'une partie des élus de la mairie, et du maire. Leur matériel pour permettre la projection de nos documents n'était pas idéal, et les perspectives et plans ressortaient très mal au mur. Les participants ont donc pu suivre la présentation grâce aux impressions que nous avions faites en parallèle.

A la suite de cet échange, qui validait les choix architecturaux du projet, nous avons fait un nouveau relevé sur site, pour nous assurer de la dimension des logements qui avaient déjà été dessinés. Il s'est avéré qu'il y avait un écart de 60cm entre les plans récupérés sur

les anciens fichiers et la réalité. Il a donc fallu redessiner les plans des logements, ce qui modifiait leur aménagement intérieur.

Après cette réunion APS, la méthode d'alternance entre AutoCad et Sketchup était relancée, que ce soit pour les logements ou la halte-garderie. Une fois le plan dessiné, c'était autour de la 3D, puis une fois celle-ci validée, je dessinais les coupes et façades correspondantes. J'ai également modélisé l'intégralité du site d'implantation, avec notamment l'église, pour pouvoir mettre les bâtiments dans leur contexte. Pour la présentation APD, cette fois-ci nous avons présenté l'intégralité des documents graphiques utiles pour une bonne compréhension du projet, et des vues 3D du projet avec son environnement. Pour cette phase, il était indispensable également de présenter un prix précis de cette construction au maître d'ouvrage. J'ai donc participé à la production du nouveau document concernant l'estimation du coût du projet, en apportant les modifications nécessaires au premier réalisé, en fonction des changements qui ont été apportés aux bâtiments entre les deux phases de conception.

Puis, juste avant mon départ, on m'a présenté les documents destinés à une demande de permis de construire, avec l'ensemble des documents techniques, plans et définitions de matériaux, réseaux et fluides, qu'il fallait fournir. J'ai alors dessiné les détails de toitures, et de murs que je pouvais faire, avec l'aide de Stéphanie Dunand, chez Studiolada depuis 2 ans.

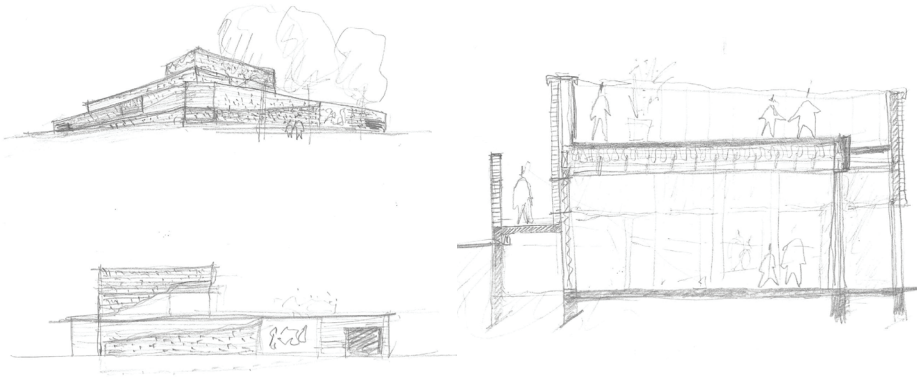
Enfin, le dernier projet sur lequel j'ai travaillé était un concours pour la création d'un réfectoire d'école maternelle, à Metz. Il s'agissait de l'école Jean Morette, dont la parcelle et l'architecture sont très originales. La cour située en contrebas de la rue, les accès compliqués, des niveaux et demi-niveaux dans l'ensemble du bâtiment, et un cahier des charges très précis, ont donné à ce projet de réelles difficultés pour sa conception. J'ai travaillé au côté de Benoit Sindt sur ce projet.

Chaque jour, nous discutons du concept, des possibilités face aux contraintes que présentait le site. Les premiers croquis d'intention ont directement laissé place à des essais 3D. Pour cela, j'ai modélisé une partie de la parcelle, en fonction des données qui nous avaient été fournies (plans géomètre, plans de l'existant, façades). Toutes les idées étaient modélisées les unes à côté des autres, afin de les comparer et de développer les plus intéressantes.

Nous modifions également directement sur Sketchup, dès qu'une idée ou une proposition nous venait. Bien entendu les modèles 3D qui en résultaient étaient loin d'être propres et utilisables pour obtenir une vraie maquette virtuelle. Dès que les premières intentions étaient validées, nous dessinions le plan en parallèle.

Chaque jour, nous alternions entre modifications du plan et de la 3D, en intervenant directement sur les fichiers informatiques. Notamment lorsqu'il a fallu répartir le programme dans le nouveau bâtiment. Un véritable casse-tête entre le souhait de la commande, et les normes d'hygiène à respecter dans une cantine.





croquis d'intention, source: Studiolada - Benoit Sindt



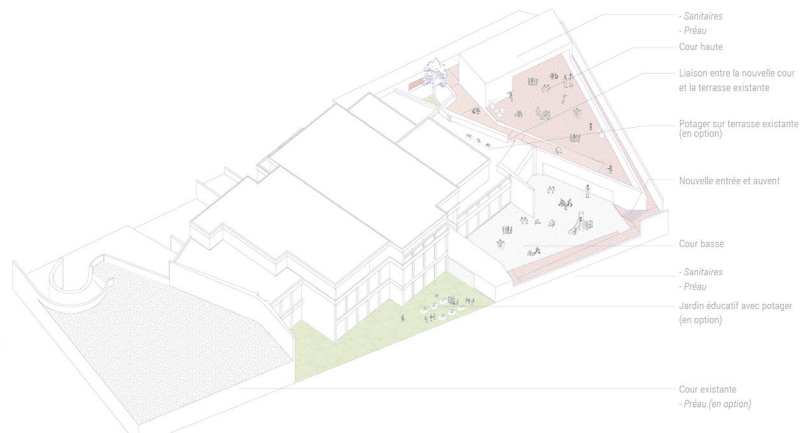
export sketchup destiné au perspectiviste, source: Studiolada - Emmanuelle Prommier



coupe du projet, source: Studiolada - Emmanuelle Prommier, Stéphanie Dunand



Vue intérieure, source: Studiolada, Neraluce, Maximilien Louguet



axonométrie descriptive, source: Studiolada, Stéphanie Dunand



Vue extérieure, source: Studiolada, Neraluce, Maximilien Louguet

### III. Le stage

Pour la présentation du projet, Benoit Sindt a fait appel à un perspectiviste et a choisi Stéphanie Dunand pour nous aider sur les pièces graphiques à présenter. Nous avons dessiné les coupes, façades et plans du bâtiment, des documents illustrants le concept du projet, et les perspectives réalisées par un professionnel, qui s'est de nouveau basé sur la 3D réalisée en agence et les plans, pour construire la sienne.

Pour ce projet, la méthode que nous avons utilisée dans la conception, et le temps qui nous était imparti, seulement un mois, présentait de nombreuses répétitions et d'aller-retour entre logiciels, mais par ailleurs la facilité d'utilisation de Sketchup et d'Autocad nous ont permis de faire des choix rapides et de tester en quelques clics chaque idée.

Cette expérience menée au travers des différents projets réalisés chez Studiolada, combinée à ma formation en architecture et en AME, m'ont permis d'étudier la méthode de travail de cette agence et d'en déduire, objectivement, si le BIM pourrait être un investissement rentable pour leur exercice.

#### C. To BIM or Not (to) BIM

L'ensemble des projets sur lesquels j'ai pu travailler, étaient variés et aussi intéressants qu'enrichissants. Au cours de ce stage, j'ai pu développer mes connaissances autour de l'utilisation du bois dans la construction, apprendre les normes à respecter dans des secteurs particuliers comme la conception d'un réfectoire, et découvrir le déroulement de présentations d'un projet face à des maîtres d'ouvrage.

En revanche, je n'ai pu mettre à profit aucun de mes enseignements de cinquième année, autour des outils informatiques. En effet, à mon arrivée à l'agence, il n'était pas du tout prévu, pour Studiolada, que je travaille sur d'autres logiciels, ou que je leur présente Archicad. Ainsi, j'ai évolué sur Autocad, dont j'ai découvert les fonctionnalités au fur et à mesure du stage.

Cette réticence à de nouveaux logiciels CAO orientés BIM provient évidemment de ce que nous avons pu voir dans les paragraphes précédents. Seulement, comme on a pu le soulever, la résistance de certaines agences face au BIM, est parfois liée à un manque d'information. Exemple ici pour Studiolada, lors de notre entretien, qui exprime librement ce besoin d'informations supplémentaires, qui leur permettraient de mieux comprendre les enjeux du BIM, ses atouts et ses contraintes.

Après avoir étudié et balayé largement le sujet

du BIM, il était donc intéressant d'analyser la méthode de travail de l'agence, afin de pouvoir poser un regard objectif sur leur nécessité de passer au BIM. J'ai ainsi choisi d'orienter cette dernière partie sous la forme d'une synthèse entre les caractéristiques de la méthode BIM, et la méthode de Studiolada, en m'appuyant sur les projets menés au cours du stage.

Un des premiers points à mettre en avant concerne la répétition du travail que le BIM pourrait amoindrir si l'agence l'adoptait. En effet, comme j'ai pu le présenter auparavant, la conception des projets, auxquels j'ai participé, s'est faite au fur et à mesure de validation en plans puis en 3D. Des plans dessinés à la main ou sur Autocad d'ailleurs. Bon nombre des détails que j'ai pu dessiner, avait auparavant été illustré à la main par l'architecte, pour que nous ayons un échange plus rapide, et que je puisse comprendre davantage le principe de structure.

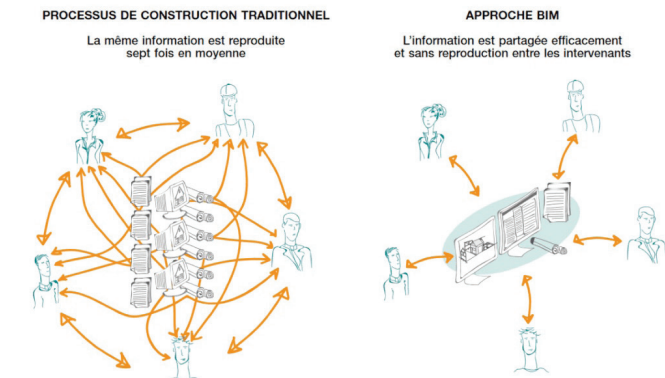


fig 6. L'échange d'information en fonction du processus (BIM&ict)

fig 6 [https://www.bimportal.be/fr/bim\\_fr/general/caracteristiques/](https://www.bimportal.be/fr/bim_fr/general/caracteristiques/)

L'inconvénient lorsque le plan est dessiné sur informatique et que certains éléments viennent à bouger, c'est le passage du plan à la 3D. Cela implique un dialogue étroit entre les documents graphiques et la maquette numérique, pour obtenir une 3D sur Sketchup fidèle au plan. La plupart du temps, les plans sont exportés pour être utilisés comme base de dessin dans le logiciel de 3D. Il faut alors redessiner l'ensemble du document pour obtenir les bases du projet en 2D, qui vont pouvoir être extrudées et transformer ce dessin plat en volume. Sur des projets où c'est l'épaisseur d'un mur droit qui change, généralement le processus est simple et rapide.

Seulement, à force de venir transformer le projet, la maquette risque de ne plus être « propre » (doublons de traits, faces triangulées ...), et des erreurs peuvent apparaître entre plan et modèle. Il est nécessaire alors d'exporter le plan DWG sur le fichier 3D, afin de vérifier les bonnes épaisseurs et autres erreurs possibles. Pour le projet de Gugnécourt sur lequel j'ai travaillé par exemple, le projet s'inscrivait dans une courbe, et la structure suivait une trame définie par l'architecte. Plusieurs fois nous avons modifié les sections des poteaux bois que nous souhaitions, d'abord 10x20cm, puis 8x20cm, ensuite c'était la trame du projet, 60cm d'entraxe, 120cm d'entraxe, pour revenir à la première idée. Chacune de ses évolutions se faisait d'abord sur AutoCad, et modifiaient complètement le modèle 3D. J'ai corrigé dans un premier temps le modèle, mais j'ai fini par le reprendre entièrement, car recommencer était moins fastidieux qu'intervenir sur un fichier déjà établi. Après

le rendu APS, et les avis des MOA, c'est la courbe du projet qui devait évoluer, et donc l'ensemble des fichiers: plans, coupes, façades, 3D.

La maquette numérique apporterait un véritable atout dans ce genre de configuration. Le BIM, une fois le logiciel maîtrisé, permet de ne pas avoir à multiplier ses interventions sur des documents différents, et donc perdre moins de temps, lorsqu'il y a des modifications à effectuer sur le projet. Tout peut se modifier en plan ou en 3D, et l'ensemble des fichiers évoluent en même temps. Cela prévient des erreurs de cohérence entre chaque document graphique. Lorsque le projet évolue fréquemment, le BIM est l'assurance d'avoir des documents, qui correspondent les uns aux autres, pour le MOE et le MOA.

En revanche, si l'on se réfère à la courbe de MacLeamy, on constate que les modifications qui interviennent au début de la maquette numérique demandent un effort conséquent, et donc du temps pour construire le modèle 3D.

Or, chez Studiolada, la 3D est un outil de représentation qui leur permet, dès les premiers jours de conception, lorsqu'ils ne font pas de maquettes en carton à côté, de visualiser le projet, et de valider des choix. Lors d'un échange avec Christophe Aubertin, il soulignait que pour lui, un projet n'était pas fixé, tant qu'il n'avait pas essayé toutes les possibilités auxquelles il pensait. Même à la veille d'un rendu, il pouvait encore se poser la question d'un détail, quitte à recommencer en plan, ou en 3D pour vérifier que cela correspond ou

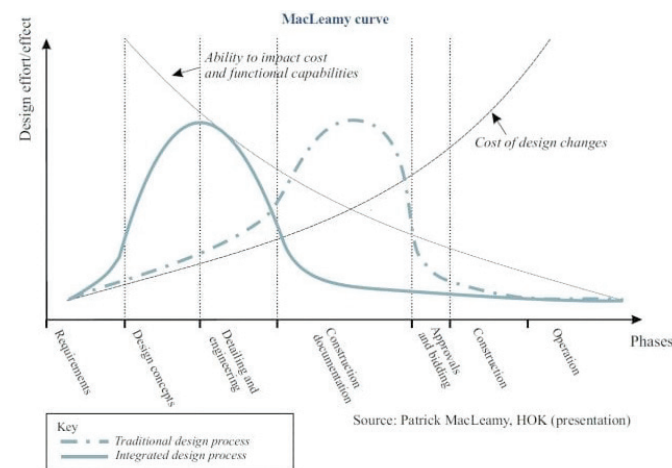


fig 7 Courbe de MacLeamy (Patrick MacLeamy, HOK presentation)

non aux attentes du MOA.

Concernant le projet de réfectoire à l'école Jean Morette, la 3D était également l'outil le plus sollicité, dès le commencement. Il fallait qu'elle soit montée rapidement, pour travailler directement dessus et écarter d'emblée des idées de bâtiments. En effet, il s'agissait d'un concours, et le temps dont nous disposions était court. Il ne fallait donc pas s'attarder trop sur la conception. Cette répétition du travail est également perceptible lors de la production d'images de synthèse pour illustrer les rendus de concours. Lorsque l'agence fait appel à un perspectiviste, quelques semaines avant le rendu de projet, elle lui fournit les plans, coupes et façades du bâtiment, avec la 3D représentative, et des captures d'écrans de cette dernière pour montrer le point de vue souhaité. Toutes ces informations vont servir au pers-

fig 7 <http://biblus.accasoftware.com/fr/le-bim-dans-la-phase-de-conception-les-caracteristiques-et-les-avantages/>

pectiviste pour refaire une 3D avec ses propres logiciels. Il reproduit donc un travail déjà effectué pour créer une seule image de synthèse.

La maquette numérique permettrait à l'agence de gagner un temps considérable dans la production de documents graphiques, mais faciliterait peut être aussi le travail des perspectivistes. Seulement, leur façon de concevoir ne convient pas réellement à un processus de conception tel que celui du BIM. Alors que la maquette numérique enrichie de données nécessite de fixer des choix dans le projet assez rapidement, Studiolada préfère essayer beaucoup d'intentions, afin d'obtenir une idée arrêtée qui leur convienne parfaitement.

La question des échanges de fichiers dans l'agence est un point à soulever. En effet, le concept de cet atelier, et de toujours alterner les équipes sur les projets, et de concevoir un projet à 2 ou 3 personnes. Lorsque tout le monde travaille sur la même commande ou le même concours, il est alors nécessaire de travailler aussi sur les mêmes bases. L'ensemble de ces échanges se font à partir d'un serveur, accessible depuis l'ensemble des ordinateurs de l'agence.

En revanche, tous les ordinateurs ne disposent pas des mêmes anciennetés de logiciels, ni des mêmes performances. Alors que certains travaillent sur des Sketchup de 2015, d'autres sont sur du 2013, ce qui implique à chaque fois une manipulation supplémentaire pour que tout le monde puis accéder au fichier. De plus, pour évoluer ensemble sur les documents graphiques,

il faut travailler sur le même fichier AutoCad, et donc créer des copies. La journée se termine avec une multitude de nouveaux fichiers, des archives des précédents dessins, les nouveaux fichiers multipliés car plusieurs personnes ont travaillé en même temps dessus et des fichiers uniquement destinés aux exports pour réaliser les 3D.

Le BIM, et sa plateforme collaborative, permet aux utilisateurs d'oeuvrer sur le même fichier, sans avoir à le « copier-coller » dans un nouveau. Tout le monde intervient sur la même maquette numérique, en se répartissant le projet entre eux. Travailler en BIM au sein de l'agence (ClosedBIM) faciliterait les échanges de données. L'autre crainte des Ladas par rapport au BIM serait de perdre leurs artisans, ou les entreprises avec qui ils travaillent, qui ne sont pas informatisés ou qui ne souhaitent pas suivre la transition numérique... Le ClosedBIM, qui concerne uniquement l'agence, n'a pas besoin que ses interlocuteurs pratiquent également leur processus de conception.

Le BIM ne produit pas qu'une maquette numérique, il permet comme tous les autres logiciels de produire des documents graphiques 2D, des PDFs, et tout autre format, que pourraient demander les partenaires du projet. De plus, il est arrivé au cours de mon stage, qu'un bureau d'études souhaite un plan ou une coupe d'un élément du projet, qui n'était pas encore réalisé. Avec le BIM, lorsque le plan est dessiné, l'ensemble des documents le sont également, la réponse aux demandes est donc quasi immédiate. En revanche, pour ce bureau d'étude, sollicitant, pour la plupart les projets de l'agence,

peu importait la rapidité à laquelle nous pouvions lui fournir les documents. A chaque phase de projet, c'était la veille ou le jour même qu'il nous fournissait son étude.

Christophe Aubertin évoquait au cours de notre entretien le besoin d'entrer dans le détail de certains éléments du projet, et de ne rien définir pour d'autres. Cela fait référence au niveau de définition qui pourrait être attendu sur une maquette numérique. Quel que soit la phase du projet, il arrive que l'architecte fasse plutôt confiance à l'entreprise qu'il choisit pour le chantier et ne dessine pas le détail correspondant à ce qu'elle doit réaliser.

Sur le chantier de la MECS (Maison d'Enfants à Caractère Social), à Bruyère, j'ai pu constater que certains choix se faisaient directement sur place, avec le menuisier. Pour l'aménagement d'une cuisine, avec l'ensemble des rangements et étagères, qui participent à l'esthétique du lieu, car s'étendant sur tout le mur de la pièce principale, le choix de la hauteur, de la façon de poser la planche, et des détails techniques, se sont fait à quelques semaines de la livraison du bâtiment. Il s'agit d'éléments qui ne font pas partis de la structure, mais qui participent à l'aspect des pièces de vie et donc auront une influence sur les utilisateurs du bâtiment. Il est donc surprenant que ces choix soient faits au dernier moment. Mais c'est ainsi que l'architecte peut s'enrichir du savoir-faire particulier de telle ou telle entreprise, qui proposera une pose parfois originale, car elle travaille de telle manière.

C'est un point important des convictions de

l'agence Studiolada. En effet, sur leur site web, ils décrivent leur pratique comme étant proche des artisans locaux, et du savoir-faire de chacun.

La maquette numérique n'aurait ici ni d'atout ou d'inconvénient, car il conviendrait uniquement à l'architecte de dessiner ou non le détail qu'il souhaite, de la même manière sur un logiciel de DAO qu'en l'élaborant sur le modèle 3D BIM. De plus, lorsqu'il s'agit de présenter un projet aux MOA, j'ai pu constater que le niveau de représentation que la maquette sur Sketchup présente, est assez satisfaisant, pour eux, pour se projeter. Le modèle 3D présente les volumes, et l'insertion dans le site. Il est utilisé par la suite pour une image de synthèse produite pour le permis de construire, mais les choix avec le MOA se font souvent à partir des 3D sketchup simples. Le modèle sert aussi lors des concours au choix des points de vues et à aider le perspectiviste à comprendre le projet, comme expliqué ci-dessus.

Enfin, la notion de segmentarisation de l'agence. Pendant notre entretien, ce qui posait problème à l'adoption du BIM, c'était la question de devoir former une personne pour qu'elle soit capable de convertir tous les projets qu'ils conçoivent en maquette numérique enrichie. En effet, l'idée des architectes de l'agence serait de ne former qu'une seule personne au BIM. Or, nous l'avons vu, pour une bonne implémentation du BIM, c'est l'ensemble de l'agence qui doit s'y confronter or le risque de ne former qu'une seule personne serait de la voir être débauchée du fait de ses nouvelles connaissances.

Aujourd'hui le BIM Manager, ou l'architecte qui maîtrise les logiciels de CAO, est très recherché. Si, dans une agence, le nouveau formé, n'officialie pas en tant qu'architecte et se contente de convertir les modèles 3D représentatifs en maquette numérique enrichie de données, il finira par ne plus s'épanouir au sein de l'agence, ou de choisir l'offre d'emploi d'un concurrent.

Pour Studiolada, former l'ensemble de l'agence demande beaucoup trop de temps, dont ils ne disposent déjà pas assez ainsi qu'un coût encore plus important. C'est pourquoi l'idée de sous-traiter avec un BIM manager, ou de ne former qu'un seul collaborateur leur paraîttrait suffisant. L'idée pour eux serait de faire la maquette numérique une fois que le projet est fixé en phase DCE (Dossier de Consultation des Entreprises).

De plus, l'agence s'entoure fréquemment de stagiaires. Il n'y a pas un jour de l'année sans stagiaire. Un passage au BIM impliquerait qu'ils maîtrisent les outils BIM. Aujourd'hui la formation en architecture sur le BIM grandit, même si elle reste une option, ou un cursus en parallèle, l'apprentissage du logiciel est enseigné dès la 3ème année. Lorsque nous avons abordé la question de la formation des étudiants aujourd'hui, de plus en plus orientés vers le BIM, C.A a pris conscience qu'il ne fallait peut être pas rater le coche s'ils voulaient continuer à prendre des stagiaires. Bien entendu, il sera toujours possible de faire « régresser » un étudiant qui évolue sur Archicad, et le faire travailler sur Autocad, plutôt que l'inverse. Je suis l'exemple de cela. Malgré ma volonté de leur présenter le BIM, objectif initial de mon stage, j'ai

finalement mis de côté mon expérience scolaire, pour travailler sur Autocad.

## CONCLUSION

Aujourd'hui, la transition numérique s'empare de l'ensemble des secteurs du bâtiment. Gain de temps, investissement rentabilisé, production de documents cohérents entre eux, sécurité de la construction sur chantier, sont les principaux atouts que présente le BIM (Building Information Management).

Ce nouveau processus propose aux agences d'architectures et à tous les acteurs du bâtiment de revoir leur méthode de travail. Il ne s'agit pas seulement d'un outil informatique, il s'agit également d'une nouvelle façon de collaborer. Un changement important qui laisse de nombreux professionnels dubitatifs, et inquiets. Après avoir étudié l'ensemble des notions que représente le BIM et avoir recueillis l'avis général du secteur du bâtiment, nous avons pu constater que le BIM rend frileux sur les questions, entre autres, de l'investissement financier et le temps nécessaire à son implémentation. Il était donc intéressant, pour ma part, d'étudier cette réticence au sein même d'une agence.

Studiolada m'a permis de comprendre la résistance qu'ils s'attachaient à conserver face au BIM. Après un entretien à ce sujet, et deux mois de stage à leurs côtés, je peux aujourd'hui apporter un regard plus objectif et répondre à la question que je me posais dès le début de mon stage, sur le caractère indispensable du BIM pour la profession. Cette agence fait partie, d'après moi, de celles pour qui le BIM ne serait pas un atout majeur dans leur exercice.



Comme nous avons pu le soulever au cours de ces dernières pages, leur méthode de travail ne demande pas forcément une qualité de représentation 3D particulière. Les maîtres d'ouvrages ne leur réclament pas de rendus particulier, et les modélisations sketchup peuvent convenir à la présentation du projet.

Ils ne s'attachent pas non plus à dessiner l'ensemble des détails des bâtiments, tant le dialogue avec les entreprises et leur savoir-faire est important pour eux. Bien qu'ils produisent des éléments très détaillés par moment, certains aspects de leur projet restent à définir avec leur interlocuteur du bâtiment, afin d'apprendre de leur connaissance dans la réalisation, et d'enrichir leur projet de savoir-faire locaux, même lorsque cela arrive directement sur le chantier.

Leur équipe évolue constamment, entre stagiaires et employés. Cette configuration changeante n'est pas propice à l'implémentation du BIM, qui doit concerner l'ensemble de l'agence, dont les ressources humaines doivent être stabilisées pour une bonne adhésion à la migration numérique. La maquette en bois reste pour eux un des éléments essentiels de l'architecte dont ils ne souhaitent pas se séparer au profit de l'informatique. Ce point ne contre indique pas l'utilisation du BIM, mais sa conception finirait par être délaissée par les maîtres d'ouvrages s'ils étaient confrontés à une maquette numérique.

Enfin, la variété des projets sur lesquels ils interviennent, conclut pour moi, cet intérêt plutôt faible pour le BIM, qui ne serait pas un atout pour leur pratique.

Tout au long de ce mémoire nous avons parlé du secteur du bâtiment en énonçant principalement les agences d'architectures et les entreprises du bâtiment.

Seulement, le BIM quand il s'adresse aux architectes, s'adresse également aux architectes qui pratiquent d'autres formes d'exercices, autres que le bâtiment. Par exemple, les architectes d'intérieurs, les urbanistes, ou encore les scénographes. L'aspect indispensable du BIM, concerne également ces pratiques.

J'exerce aujourd'hui en tant que scénographe, et je peux constater que dans ce domaine, le BIM n'a pas réellement sa place. Dans ce secteur, la maquette virtuelle est souvent mise de côté, parfois interdite. Les détails de construction dépendent du scénographe mais aussi des menuisiers qui œuvrent sur la création. Les échanges avec ces derniers permettent de valider les choix structurels, leur mise en œuvre.

De plus, lorsqu'il s'agit de scénographie de spectacle, comme à l'Opéra, la maquette physique rend compte des véritables mouvements qui vont avoir lieu pendant la représentation. La maquette permet de se projeter au cœur du projet, et est suffisante. Le client, le metteur en scène, ou les équipes techniques peuvent tourner autour de la maquette, processus naturel, comme lorsque l'on visite un bâtiment. L'expérience de la 3D, lorsque le bâtiment tourne par rapport à l'utilisateur n'est pas un point de vue réel, et perd en sensibilité pour l'équipe artistique et technique de l'Opéra. Là aussi, il en résulte donc, un manque d'intérêt pour le BIM, une absence de besoin.

### Bibliographie

Dictionnaire Larousse 2018. (2018). Paris: Larousse

BIM/Maquette numérique: Contenu et niveaux de développement. (2014). Cahier pratique, Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment, (5763), p6-7

La convention BIM. (2018). Les cahiers de la profession, (63), p.20-21.

Anonyme (2017). L'adoption du BIM dans les agences d'architecture en France. Doctorat. ENSAN.

TETARD, Franck et COLLAN, Mikael. Lazy user theory: A dynamic model to understand user selection of products and services. Dans : System Sciences, 2009. HICSS'09. 42nd Hawaii International Conference on. IEE, 2009 p1-9

Le BIM! Combien ça coûte. (2018). Les cahiers de la profession, (63), pp.18-19

**Webographie**

Ordre des architectes. (2018). Le BIM : un atout pour l'architecture. [en ligne]

<https://www.architectes.org/publications/le-bim-un-atout-pour-l-architecture> [consulté Juillet. 2018]

Objectif-bim.com. (n.d.). Le Format IFD. [online] Available at: <http://www.objectif-bim.com/index.php/open-bim/ifd-bsdd> [consulté Juillet 2018]

Ordre des architectes. (2018). Le BIM : un atout pour l'architecture. [en ligne]

<https://www.architectes.org/publications/le-bim-un-atout-pour-l-architecture> [consulté Juillet. 2018]

BuildingSmart (2015). OpenBIM expliqué en moins de 5min en français. [video]

<https://www.youtube.com/watch?v=t3ECK4UoQeI> [consultée le 9 Août. 2018]

Objectif-bim.com. (n.d.). BIM 4D 5D 6D 7D XD, signification de ces nouvelles dimensions?. [en ligne]

<http://www.objectif-bim.com/index.php/bim-maquette-numerique/le-bim-en-bref/bim-2d-3d-4d-5d-6d-7d-xd> [consulté en Juillet 2018]

BIM & BTP. (n.d.). Le métier de BIM Manager. [en ligne]

<https://bimbtp.com/decouvrir-le-bim/le-metier-de-bim-manager/> [consulté Août. 2018]

Ordre des architectes. <https://www.architectes.org>

Archigraphie 2. (2016). 2nd ed. [PDF] Conseil National de l'Ordre des architectes, pp.10-36.

<https://www.architectes.org/publications/archigraphie-2016-observatoire-de-la-profession> [consulté Sept. 2018]

Portrait : mais qui est l'architecte d'aujourd'hui ?. (2015). <https://blogarchi.libel.fr>

FRIGELLI, M. (2017). L'arrivée du BIM dans les agences d'architecture en France. [PDF] p.61.

[https://issuu.com/meghanefrigelli/docs/frigelli\\_m\\_\\_ghane\\_m\\_\\_moire\\_bim](https://issuu.com/meghanefrigelli/docs/frigelli_m__ghane_m__moire_bim) [consulté Août 2018]

Seban-associes.avocat.fr. (2018). Construire avec le BIM : éléments d'analyse juridique | Seban & Associés. [en ligne]

<http://www.seban-associes.avocat.fr/problematiques-juridiques-liees-a-lutilisation-bim/> [consulté Juillet. 2018]

J.N (2016). Mediaconstruct compare les retours d'expérience BIM à travers l'Europe le 30 juin. [en ligne] lemoniteur.fr.

<https://www.lemoniteur.fr/article/mediaconstruct-compare-les-retours-d-experience-bim-a-travers-l-europe-le-30-juin.1244259> [consulté Août. 2018].

G.N (2016). Le BIM à l'étranger, comment cela se passe-t-il ?. [en ligne] Batiactu.

<https://www.batiactu.com/edito/bim-a-etranger-comment-cela-se-passe-t-il-45533.php> [consulté Juillet. 2018]

Batiment-numerique.fr. (n.d.). Repères chronologiques. [en ligne]

<http://www.batiment-numerique.fr/PTNB/reperes-chronologiques.htm> [consulté Août 2018]

Blog-du-bim.fr. (2016). Décryptage en chiffres de la transition numérique dans le bâtiment. [en ligne] <http://www.blog-du-bim.fr/le-blog-du-bim/articleid/882/titre/decryptage-en-chiffres-de-la-transition-numerique-dans-le-batiment> [consulté Août. 2018]

Site amc-archi.fr

<https://www.amc-archi.com/article/to-bim-or-not-to-bim-that-is-the-question-par-severin-schaefer-architecte-et-bim-manager,2058>

<https://www.amc-archi.com/article/le-bim-est-il-l-avenir-de-l-architecture,1534>

<https://www.amc-archi.com/article/bim-bamboum-par-mouvement-des-architectes,1684>

<https://www.amc-archi.com/article/a-qui-profite-le-bim-par-xavier-sterlin-espaces-libres-architecture-paris,1618>

<https://www.amc-archi.com/article/l-humain-est-au-c-ur-du-processus-bim-par-gabriel-castel-bim-et-consulting-manager-nemetschek,1597>

Site bimbtp.com

<https://bimbtp.com/decouvrir-le-bim/default-processus-non-bim/>

<https://bimbtp.com/pourquoi-le-bim/le-bim-va-devenir-obligatoire-en-france/>

<https://www.lemoniteur.fr/article/bim-les-anglais-ont-tire-les-premiers.1488154>

[https://www.persee.fr/doc/gazar\\_0016-5522\\_2000\\_num\\_190\\_1\\_3647](https://www.persee.fr/doc/gazar_0016-5522_2000_num_190_1_3647)

<http://www.mission-numerique-batiment.fr>

<https://bimetmaquettenumerique.webnode.fr/master-bim/>

<http://marches-publics.legibase.fr/actualites/focus/la-maitrise-douvrage-publique-et-la-revolution-78238>

**A**rchitecture **M**odélisation **E**nvironnement



ARCHITECTURE NANCY

