

DEMARCHE QUALITE EN VUE DE LA COMPLETUDE DES CONFORMITES BIM DE BUILDERS & PARTNERS

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE
MASTER SPECIALITE : GENIE CIVIL OPTION ROUTE ET OUVRAGE D'ART

Présenté et soutenu publiquement le 26 Juillet 2021 par Soualihou BAMBA

BAMBA Soualihou (20180114)

Encadrant 2iE : Dr. Decroly DJOUBISSIÉ DENOUWE, Enseignant-chercheur à 2iE

Maître de stage : Salwa Benabdallah, Cheffe de projet – Pôle BIM
Builders & Partners

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Yohan RICHARDSON

Rapporteur: Dr Césaire HEMA

Rapporteur: M Abdoul Wahab NOUHOU MOUSSA

Promotion 2020/2021

REMERCIEMENTS

Un travail de fin d'étude est un travail personnel, mais il ne peut être mené à terme si d'autres personnes n'apportent pas leur contribution à sa réalisation.

C'est dans cet esprit que j'exprime toute ma gratitude envers l'institut 2iE qui m'a donné l'opportunité de me former en son sein avec tous les dispositifs nécessaires dans un domaine prestigieux.

Je remercie l'école HEI qui m'a accueilli et m'a donné l'opportunité d'effectuer ma mobilité en toute tranquillité malgré la pandémie du COVID-19, qui m'a permis d'avoir une nouvelle expérience, un nouveau cadre et rencontrer de nouvelles personnes.

Je remercie également mon encadreur pédagogique Decroly DJOUBISSIE DENOUWE qui m'a suivi tout au long de ce stage et m'a donné ses précieux conseils pour aboutir à un bon résultat.

Je suis reconnaissant envers tous mes collaborateurs du groupe Builders and Partners pour leur chaleureux accueil.

Je tiens à remercier Guillaume Junqua, pour m'avoir permis d'intégrer l'équipe BIM de Builders and Partners en qualité de stagiaire.

Je remercie chaleureusement, Salwa BENABDALLAH pour sa confiance, en tant que manager, grâce à elle j'ai beaucoup appris, sa générosité dans le partage de connaissance m'a permis de découvrir pleinement le domaine du BIM dans lequel j'ai pu m'épanouir.

RESUME

Le BIM (Building information modeling) est un phénomène qui prend de plus en plus d'ampleur dans le monde. Toutes les grandes puissances l'ont adopté du fait de son aspect futuriste. A titre d'exemple, les États Unis ont rendu obligatoire le BIM pour leurs projets publics. En effet, le BIM génère de nombreux avantages à savoir la réduction de coût du projet, le gain en temps etc.

Le BIM a aussi ses exigences et l'une d'entre elles est le fait d'obtenir un rendu fiable en terme de maquette numérique (la représentation géométrique d'un ensemble d'objets, réalisée sur ordinateur) qui est le socle du BIM, car toute la collaboration se fait autour de cette maquette numérique. La vérification régulière des maquettes numériques est alors très importante en BIM et cette vérification est réalisée par le BIM Manager. En effet, le BIM Manager se base sur des documents qu'il met en place avec la collaboration des autres intervenants. Il s'agit essentiellement de : la convention BIM, la charte BIM et la fiche de conformité aussi appelée VISA BIM. La fiche de conformité est une fiche en format *.xlsm* contenant une liste de contrôles à réaliser sur une maquette numérique pour sa validation.

Dans le but d'accroître la fiabilité de ses rendus de maquette numérique BIM, l'entreprise Builders and Partners a décidé d'améliorer le contenu de ses fiches de conformité en partant de ses anciennes fiches de conformité. C'est dans la recherche de réponse à ce problème que se situe le cadre de ma mission. Pour trouver une solution à ce problème, j'ai décidé de mettre en place une démarche qualité. C'est-à-dire, partir d'un objectif, ensuite, mettre en place une stratégie pour atteindre ce objectif. Dans mon cheminement, il a été tout d'abord question de définir clairement le BIM et ses termes connexes. Bien que le BIM soit moins connu, il se présente l'avenir du bâtiment. En effet, plus de 70% des acteurs de la construction aux USA utilisent le BIM et plus de 76% des entreprises utilise le BIM depuis 2013 à Singapour (Source :Level S3D).En outre, il a fallu faire le diagnostic des fiches de conformité de Builders and Partners pour voir le degré d'amélioration attendu. Après cette analyse, il était nécessaire de conserver les contrôles existant dans les anciennes fiches de conformité tout en rajoutant d'autres contrôles pertinentes issus des fiches de conformité récoltées sur d'autres projets. Il était aussi question d'automatiser le remplissage de la fiche de conformité avec une mise en forme adaptée. Enfin, avec la contribution des collègues, j'ai réussi à proposer à l'entreprise une fiche de conformité générale avec des contrôles pertinents et facile à exploiter.

ABSTRACT

BIM (Building information modeling) is a phenomenon that is growing in importance around the world. All the great powers have adopted it because of its futuristic appearance. For example, the United States has made BIM mandatory for their public projects. Indeed, BIM generates many advantages, namely project cost reduction, time savings, etc.

BIM also has its requirements and one of them is obtaining a reliable rendering in terms of a digital model (the geometric representation of a set of objects, produced on a computer) which is the basis of BIM, because all the collaboration is done around this digital model. Regular verification of digital models is therefore very important in BIM and this verification is carried out by the BIM Manager. Indeed, the BIM Manager is based on documents that he sets up with the collaboration of other stakeholders. These are mainly: the BIM convention, the BIM charter and the compliance sheet also called VISA BIM. The compliance sheet is a file in .xlsm format containing a list of checks to be carried out on a digital model for its validation.

In order to increase the reliability of its BIM digital model renderings, Builders and Partners has decided to improve the content of its compliance sheets starting from its old compliance sheets. It is in the search for an answer to this problem that lies the framework of my mission. To find a solution to this problem, I decided to implement a quality approach. That is, start from a goal, then put in place a strategy to achieve that goal. In my journey, it was first a question of clearly defining BIM and its related terms. Although BIM is less well known, there is the future of construction. Indeed, more than 70% of construction players in the USA use BIM and more than 76% of companies have used BIM since 2013 in Singapore (Source: Level S3D). In addition, it was necessary to diagnose the data sheets. Builders and Partners compliance to see the degree of improvement expected. After this analysis, it was necessary to keep the controls existing in the old compliance sheets while adding other relevant controls from the compliance sheets collected on other projects. It was also a question of automating the filling of the compliance sheet with appropriate formatting. Finally, with the contribution of colleagues, I managed to offer the company a general compliance sheet with relevant controls that are easy to operate.



MOTS CLES

1-BIM

2-CONVENTION

3-CONFORMITE

4-CHARTE

5-VISA

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	ii
RESUME	iii
ABSTRACT	iv
MOTS CLES.....	v
SOMMAIRE	vi
LISTE DES ABREVIATIONS	viii
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1.1 Présentation de la structure d'accueil	3
1.1.1 Présentation du groupe	3
1.1.2 Structuration du groupe	3
1.1.3 Organigramme.....	4
1.2 Etat de l'art	5
1.2.1 Définition du BIM.....	5
1.2.2 Le BIM dans le monde	6
1.2.3 Concept et jalon du BIM	9
1.2.4 Les niveaux de développement, de détail et d'information.....	13
1.2.5 Les formats d'échange	14
1.2.6 BIM management	19
1.3 Diagnostic des fiches de conformités de Builders and Partners	21
1.3.1 Collection des documents.....	22
1.3.2 Présentation des fiches de conformité (ou VISA BIM) de B&P.....	23
1.3.3 Outils: vérifications et manipulations	26
1.3.4 Méthodologie d'amélioration	31
1.3.5 Mise en place de la fiche de conformité générale B&P	31
RESULTATS ET DISCUSSION	33

CONCLUSION ET PERSPECTIVES	36
BIBLIOGRAPHIE	37
ANNEXE.....	38

LISTE DES ABREVIATIONS

BCF : *BIM Collaboration Format*

BIM : *Building Information Modeling*

BTP: Bâtiment et Travaux Publics

B&P : *Builders and Partners*

FDES : Fiche de Déclaration Environnementale et Sanitaire

GUID : *globally unique identifier*

IAI : *International Alliance for Interopérability*

IFC : *Industry Foundation Classes*

INIES : La base nationale de référence sur les caractéristiques environnementales et sanitaires pour le bâtiment.

LOD : *Level of Development*

LOI : *Level of Information*

QNP : Quadrillages Niveaux Partagés



NURBS : *non-uniform rational b-spline*

COBie : *Construction Operations Building Information Exchange*

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Evolution du 2D vers le BIM.....	1
Figure 2: Structuration du groupe Builders & Partners.....	3
Figure 3: Les chiffres de Builders and Partners	4
Figure 4: Organigramme de la partie Bâtiment de B&P	4
Figure 5: Evolution de la maquette à la collaboration (Source : Objectif BIM).....	5
Figure 6: La répartition du BIM dans le monde (Source: United BIM)	6
Figure 7: BIM : Niveaux 1, 2 et 3 (Source: B&P)	9
Figure 8: Les différents niveaux du BIM	12
Figure 9: Les niveaux de développement (Source : BIM & BTP).....	14
Figure 10: Logo du format IFC (Source : BuildingSMART)	14
Figure 11: Arborescence des IFC (Source: BuildingSMART)	15
Figure 12: Tableau récapitulatif des logiciels compatibles IFC (sur le site de BuildingSMART)	18
Figure 13: Format BCF (Source: BIM TRACK)	19
Figure 14: Logo de SOFYA (Mémoire technique de SOFYA)	21
Figure 15: Classification des données	22
En ce qui concerne les documents internes, nous avons pu recueillir : des fiches de conformité de B&P en BIM management et en AMO BIM (Assistance au maître d'ouvrage BIM) et des conventions BIM de différents projets. La liste des documents B&P reçus sur la Figure 16: Les données de B&P	22
Figure 17: Les données de B&P.....	22
Figure 19: Les données externes à B&P	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des différentes versions d'IFC	16
Tableau 2: Vérifications et manipulations.....	31
Tableau 3: Tableau récapitulatif des résultats	34

INTRODUCTION GENERALE

Auparavant, les architectes travaillaient en deux dimensions (2D) avec des logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO), du type Sketchpad paru en (1963). Après, il y a eu une évolution vers la réalisation des perspectives en trois dimensions (3D) en (1990). Il est vrai que les échanges de documents graphiques entre les acteurs (Architecte, électricien, etc) existaient déjà à cette période, mais de manière physique. Les transmissions se faisaient sur des formats papiers et les informations liées étaient uniquement graphiques. Ce qui a amené les éditeurs de logiciel à pousser leurs réflexions pour permettre une meilleur collaboration autour des maquettes numériques. Il faut dire que cette réflexion a abouti à ce que l'on appelle aujourd'hui le BIM (*Building information Modeling*), un processus utilisant une maquette numérique 3D intelligente comme élément central pour échanger diverses informations sur les objets composant la maquette. Dans la figure 1 ci-dessous, on voit de manière schématique l'évolution du 2D au BIM.

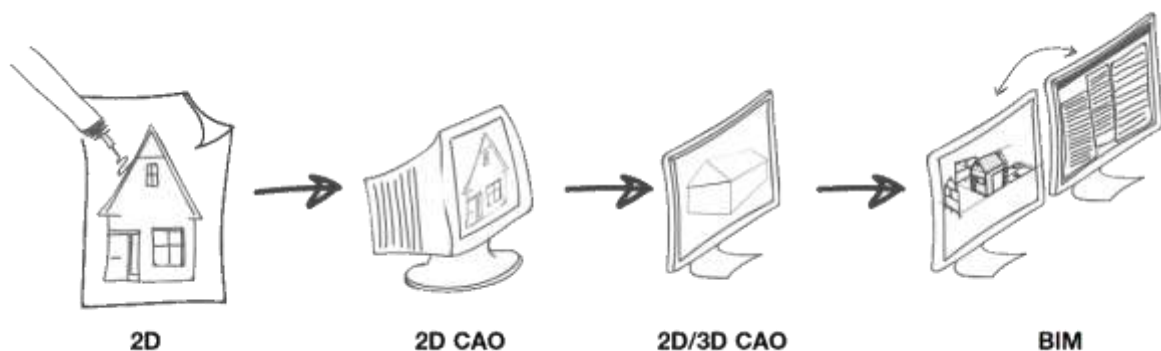


Figure 1: Evolution du 2D vers le BIM (Source :BIM&ICT)

Pour l'aboutissement du BIM, il faut une collaboration étroite entre les différents acteurs et un suivi régulier de l'évolution des différentes maquettes numériques. La vérification des maquettes numériques se fait en remplissant une fiche d'évaluation « fiche de conformité BIM » dans laquelle sont listés les différents éléments à vérifier. Cette fiche de conformité est très importante dans la réalisation d'un projet BIM car une mauvaise vérification peut engendrer la perte de la fiabilité de la maquette numérique. Pour augmenter le niveau de fiabilité de ses maquettes numériques lors d'un projet donné, B&P décide d'améliorer ces fiches de conformité BIM qui servent de support de vérification des différentes maquettes numériques.

La problématique qui se dégage est la suivante : Quels sont les contrôles nécessaires à réaliser sur une maquette numérique afin d'aboutir à un rendu fiable ?

L'objectif global est de mettre en place une fiche de conformité adaptée à la validation des maquettes numériques et facile à renseigner.

Les objectifs spécifiques qui en découlent sont :

- Définir clairement le concept BIM
- Mettre en place une fiche générale Partir des anciennes fiches de conformité
- Automatiser le remplissage de la nouvelle fiche de conformité

Pour atteindre ces objectifs, ce présent rapport sera structuré de la manière suivante:

- Une présentation de l'entreprise Builders and Partners
- Un état de l'art pour présenter le BIM de manière générale.
- Une présentation des actuelles fiches de conformité de B&P
- Et enfin, présenter la méthodologie mise en place pour aboutir à une fiche de conformité générale B&P.

1.1 Présentation de la structure d'accueil

1.1.1 Présentation du groupe

BUILDERS & PARTNERS est un groupe d'ingénierie, de conseil et de management de projet qui intervient dans les secteurs de l'environnement, de l'immobilier, de la construction, de la géotechnique, de l'énergie et du numérique. Implanté en Ile-de-France depuis ses débuts, le Groupe s'étend désormais en régions Rhône Alpes Auvergne, Bretagne, Centre-Pays de la Loire, Méditerranée, Occitanie, Provence, Nouvelle Aquitaine et en Afrique, via une implantation locale au Maroc. Et parce que la digitalisation est un levier incontournable dans la gestion de projets, le Groupe Builders ans Partners propose à ses clients un outil dédié à l'analyse des données et au pilotage de ses acteurs, la plateforme collaborative SOFYA.

En 2013, le groupe avait un chiffre d'affaires de 2,1M €. En 2020, il se retrouve à 32,5 M € de chiffre d'affaire. Ce qui montre le fort potentiel de l'entreprise.

1.1.2 Structuration du groupe

Le groupe est structuré en 5 équipes et chaque équipe a sa propre mission :

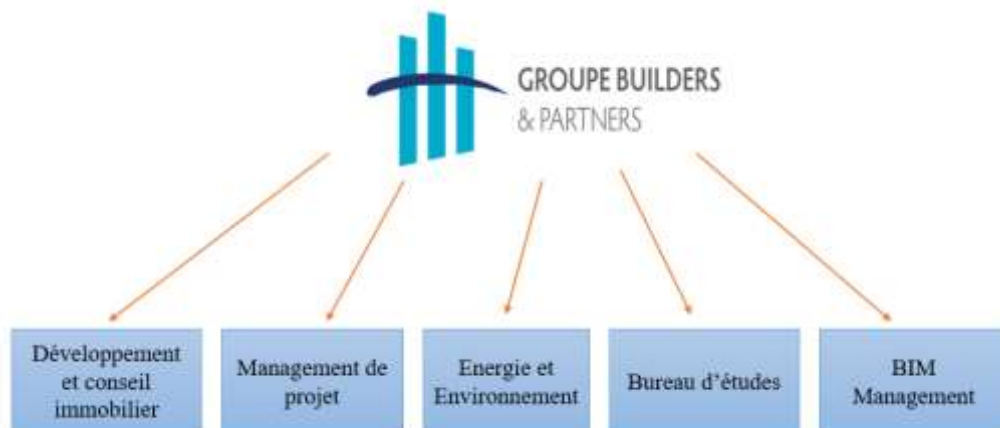


Figure 2: Structuration du groupe Builders & Partners

Builders and Partners en chiffres :



Figure 3: Les chiffres de Builders and Partners

1.1.3 Organigramme

Voici l'organigramme de la structure Builders Bâtiment, le directeur de cette structure est Dominique JANASIK, pour ma part je suis au pôle BIM et Data Management, sous la direction de Guillaume Junqua.

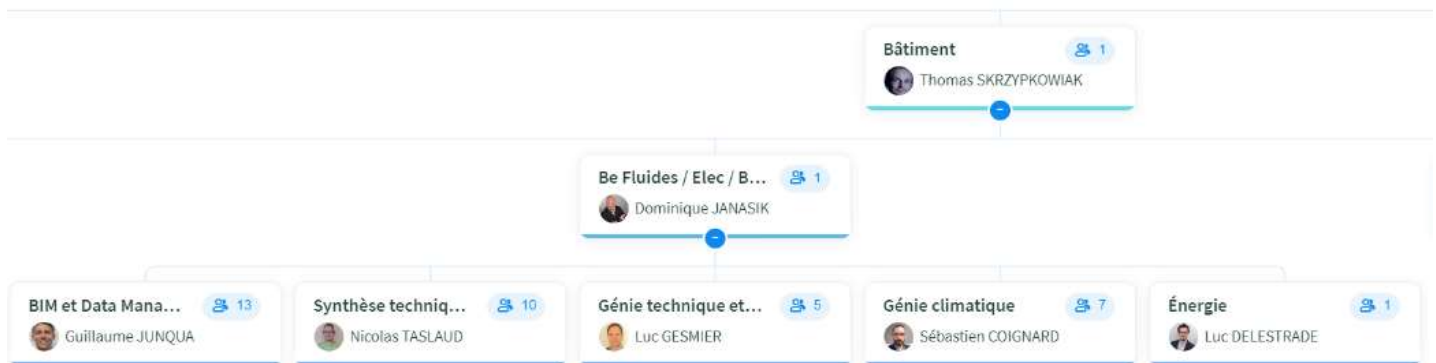


Figure 4: Organigramme de la partie Bâtiment de B&P

1.2 Etat de l'art

1.2.1 Définition du BIM

Dans la littérature, plusieurs définitions du BIM existent. L'acronyme BIM signifiant « Building Information Model », le « M » fait référence à un modèle numérique. Lorsqu'on parle de « Building Information Modeling », il s'agit d'un processus ou une méthode de structuration des données. Finalement, le « Building Information Management » désigne une gestion des flux d'informations. A l'heure actuelle, la définition « Building Information Modeling » est la plus couramment utilisée car elle fait d'avantage référence au processus de construction et à la méthodologie avant d'être principalement assimilée à une modélisation 3D ou à un outil informatique. Car le BIM n'est pas un logiciel mais bien un processus de travail collaboratif. L'aspect technologique de ce processus est effectivement fondamental, mais il n'est pas le seul à considérer : l'information générée est le pilier du système. Le processus BIM bouleverse fondamentalement la façon de travailler de tous les intervenants du secteur de la construction (*Figure 5_ Evolution de la maquette à la collaboration*). Cette méthode de travail rassemble tous les partenaires d'un projet autour d'une maquette numérique 3D d'un bâtiment qui intègre toutes les caractéristiques des éléments composant ce bâtiment.

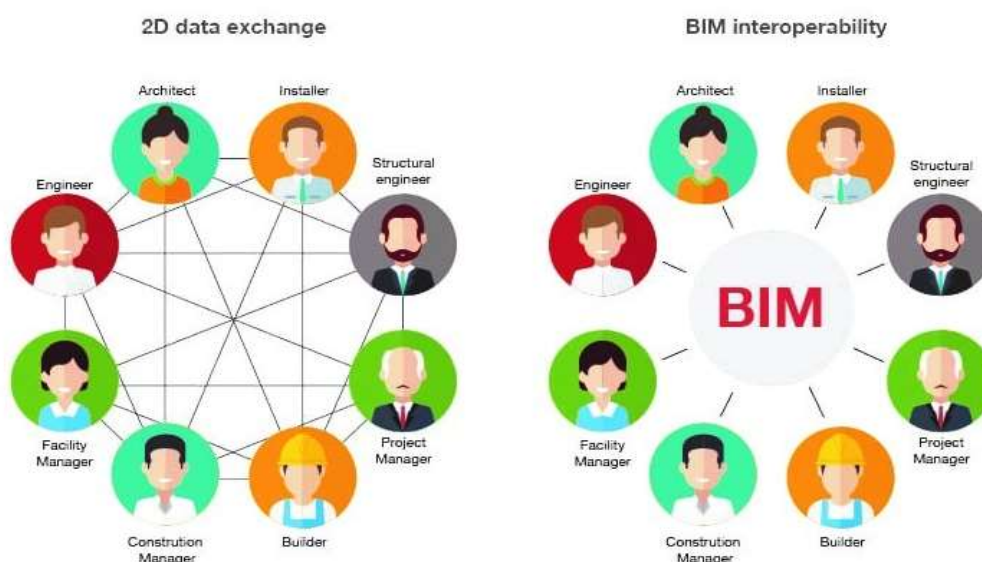


Figure 5: Evolution de la maquette à la collaboration (Source :Objectif BIM)

1.2.2 Le BIM dans le monde

Le monde qui nous entoure devient chaque jour plus avancé sur le plan technologique. Avec l'urbanisation croissante et les villes intelligentes prenant de l'ampleur, tous les grands pays du monde entier ont commencé à prêter attention au BIM. L'adoption du BIM peut aider le pays à créer une base solide du côté des infrastructures. « La figure 6 : La répartition du BIM dans le monde » ci-dessous donne une idée de l'expansion du BIM dans le monde.

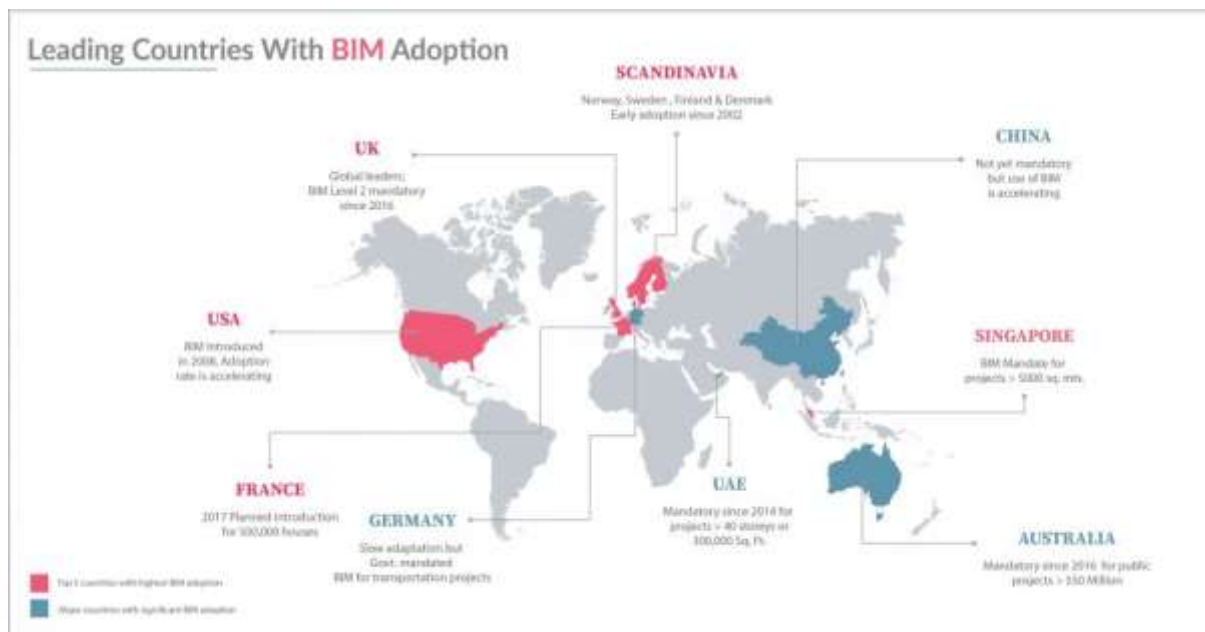


Figure 6: La répartition du BIM dans le monde (Source: United BIM)

○ États-Unis

En 2010, l'État du Wisconsin a été le premier à rendre obligatoire la mise en œuvre du BIM pour les projets publics s'il est égal ou supérieur au budget total de 5 millions de dollars. Mais ce n'est qu'au cours des trois dernières années que l'adoption du BIM s'est intensifiée.

○ Royaume-Uni

En avril 2016, le gouvernement a mandaté le BIM niveau 2 sur tous les projets publics. L'industrie britannique de la construction est l'une des industries les plus avancées et les plus numérisées au monde. Après l'initiative prise par le gouvernement, des rapports ont montré que 20% de l'industrie l'ont adoptée avec succès et ont augmenté de 12% depuis 2017.

- France

La France a sur la feuille de route de digitaliser son secteur de la construction, et elle a également développé des standards BIM pour les travaux de projets d'infrastructures. En 2014, ils ont initié le développement de 500 000 maisons en utilisant le BIM. Ils ont également alloué des fonds d'environ 20 millions d'euros pour améliorer pleinement l'industrie numérique de la construction. À l'avenir, la mise en œuvre du BIM sera obligatoire dans les projets publics.

- Finlande

La Finlande a mis en œuvre la technologie BIM en 2002. En 2007, Sénat Propriétés, une entité gouvernementale importante qui est responsable de la gestion des actifs immobiliers du pays, a mandaté la conformité IFC et les modèles BIM dans tous leurs projets. La mise en œuvre du BIM est la plus élevée dans ce pays car, en 2007, 93% des cabinets d'architectes et 60% des bureaux d'études utilisaient le BIM dans leur routine.

- Suède

Le gouvernement a facilité la mise en œuvre et rendu obligatoire l'utilisation du BIM en 2015. En 2014, BIM Alliance Sweden a pris l'initiative de réunir les acteurs publics et privés de l'industrie pour développer les meilleures pratiques de construction.

- Danemark

Avec une mise en œuvre réussie, le Danemark obtient d'excellents résultats depuis 2000. En 2006, 50% des professionnels de la construction utilisaient le BIM dans leurs projets. Les universités éducatives ont pris l'initiative d'informer les étudiants sur le même sujet. ils ont également mandaté le BIM pour tous leurs clients d'État comme Defence Construction Services et Palace and Properties Agency en 2007.

- Norvège

Statsbygg et Norwegian Homebuilders sont deux associations qui sont responsables de la construction, de la gestion et du développement de toutes les installations publiques et gouvernementales. Ils ont rendu obligatoire l'utilisation du BIM pour tous leurs projets en 2009 et nécessitent des modèles BIM conformes à la SFI depuis 2010.

- Singapour

L'autorité de la construction de Singapour a mis en œuvre le BIM sur tous les projets publics depuis 2015. Le gouvernement de Singapour a alloué un fonds total de 250 millions de dollars pour une mise en œuvre réussie du BIM. L'autorité du bâtiment et de la construction, CORNET,

avait mis en place la soumission électronique BIM en 2015. Elle a rendu obligatoire l'adoption du BIM, pour tous les projets de plus de 5 000 m². L'industrie de la construction de Singapour a augmenté sa productivité grâce à la mise en œuvre du BIM.

- Émirats arabes unis

Les EAU sont une économie en croissance rapide et en urbanisation, le secteur de la construction soutenant de manière significative le secteur à cette croissance gigantesque. De nombreux bâtiments célèbres avaient utilisé le BIM et étaient en augmentation avant que le mandat ne soit adopté par le gouvernement, en 2014. Il est obligatoire pour tous les projets de 40 étages et plus, soit 300,00 m² pieds et plus. L'adoption du BIM semble lente aux EAU, mais certains des projets importants ont utilisé le BIM.

- Chine

L'adoption du BIM en Chine a considérablement augmenté depuis 2016. Les professionnels chinois de l'AEC et plusieurs organisations ont intégré un niveau élevé de politiques d'adoption du BIM pour la croissance et la numérisation. Le BIM est devenu un élément crucial et il est désormais utilisé pour la plupart de leurs projets. Même le gouvernement chinois s'intéresse vivement aux politiques d'adoption du BIM. Ils n'ont pas encore mandaté le BIM, mais son utilisation est encouragée positivement. La Chine est un vaste pays avec une économie émergente, mais en ce qui concerne l'industrie de la construction, elle est très fragmentée sur une base régionale. Malgré tout cela, l'adoption du BIM a reçu beaucoup d'importance.

- Australie

L'industrie de la construction contribue considérablement à la croissance économique de l'Australie. Environ 7,8% du PIB total provient de l'industrie de la construction. Pour augmenter l'efficacité des processus de construction, les professionnels adoptent le BIM. L'adoption du BIM reste fragmentée en Australie car il n'y a pas d'approche cohérente. Peu d'acteurs privés mettent en œuvre le BIM. Cependant, il manque de cohérence. En 2016, le gouvernement a exhorté à créer un groupe de travail sur les infrastructures intelligentes pour réussir à mettre en œuvre le BIM sur tous les projets publics de plus de 50 millions de dollars. La croissance prévue du marché du BIM en Australie est de 6,5 milliards de dollars d'ici 2020.

- Allemagne

La transformation de l'industrie de la construction a été plus lente en Allemagne en raison de conflits et d'une mauvaise communication entre les autorités allemandes au cours du processus

décisionnel. Le problème sous-jacent auquel ils ont été confrontés est qu'ils ont observé une baisse de la rentabilité au cours de la dernière décennie et une diminution du nombre de projets de construction. Ils se concentrent désormais sur le BIM, et il est prévu qu'ils prescrivent le BIM d'ici 2020. L'accent est désormais mis sur une approche collaborative que la nouvelle technologie offrira dès sa mise en œuvre à toutes les étapes de la construction. En 2016, ils ont initié un projet pilote BIM en numérisant des projets de transport.

- Afrique.

L'Afrique est un peu en retard en ce qui concerne l'adoption du BIM mais plusieurs efforts pour l'intégration du BIM sur le continent sont constatés. Notamment, BIM AFRICA qui met à disposition le premier rapport sur le BIM en Afrique 2020 en français et en anglais.

1.2.3 Concept et jalon du BIM

1.2.3.1 Les différents niveaux BIM

Le BIM a plusieurs niveaux. Ces niveaux sont en fait des étapes vers le BIM collaboratif. *La figure 7_ BIM : Niveaux 1, 2 et 3* ci-dessous correspondent aux différents niveaux du BIM.

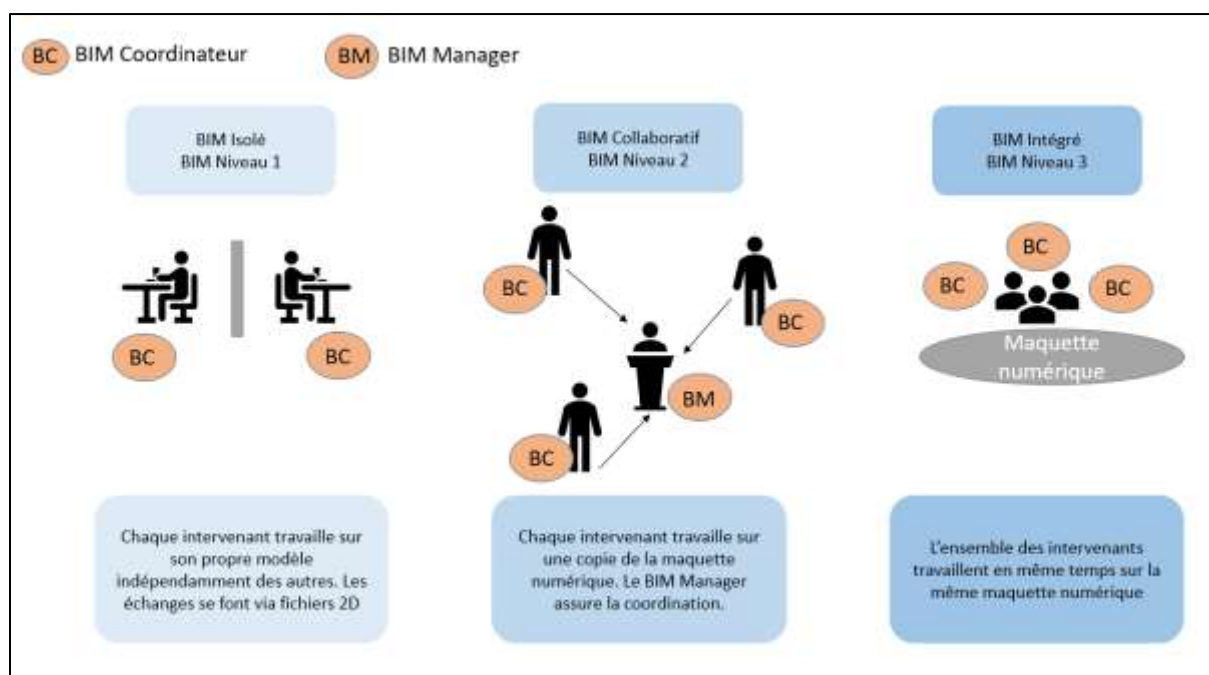


Figure 7: BIM : Niveaux 1, 2 et 3 (Source: B&P)

BIM Niveau 0

Ce niveau est souvent référé comme CAO 2D non gérée ou non structurée. A ce niveau, la collaboration est donc difficile, d'autant plus si on considère que beaucoup de projets ne sont pas géoréférencés, n'ont pas les mêmes unités. Ne parlons pas des noms et couleurs de calques différents, des fichiers d'impression et polices de texte exotiques, etc

BIM Niveau 1

Souvent référé comme le BIM en isolation (lonely BIM), un mélange de 2D et de maquette numérique 3D. Mais le BIM en isolation ne veut pas dire produire des données de manière désordonnée comme pour la CAO 2D. Les données doivent être structurées, c'est à dire répondre à une norme (*en Angleterre BS 1192:2007*). Cette norme doit régir entre autres la numérotation des plans, la géolocalisation, la présentation, le système d'approbation et de diffusion des plans, etc.

Il n'y a pas de collaboration à proprement parlé à ce niveau-là car chacun publie et met à jour ses données individuellement. Le partage électronique et la diffusion des plans habituellement 2D (PDF ou fichiers natifs) entre les différents acteurs se fait via un Environnement de Données Commun.

BIM Niveau 2

Cette fois la collaboration commence. Chacun produit une maquette numérique 3D étant isolé (architecte, ingénieurs, etc) et ils s'échangent ces modèles. En effet, les différents modèles sont échangés en utilisant un format de fichier natif, IFC. Cet échange va permettre de combiner tous les modèles en un seul modèle unique ou fédéré. C'est avec ce modèle unique que seront effectuées les détections de conflits par exemple. A noter que les IFC, même s'ils peuvent être utilisés au niveau 2, ne sont requis qu'à partir du niveau 3. Le BIM niveau 2 + IFC est communément appelé niveau 2i. Le niveau 2 permet l'utilisation du BIM 4D et 5D.

Le BIM niveau 2 contient les éléments suivants :

- Un modèle graphique ou maquette numérique 3D créé avec un logiciel BIM tel Revit, ArchiCAD, Tekla, etc ou un fichier format IFC.
- Des données non-graphiques incluant par exemple des informations importantes pour l'utilisation et la maintenance de l'ouvrage.
- De la documentation comme des rapports ou des dessins 2D. Le format PDF est habituellement recommandé pour cette documentation.

En plus des éléments ci-dessus, le niveau 2 impose les exigences suivantes :

- Structure des données (standards)
- Définition des processus
- Définition et contrôle des échanges de données
- Un environnement de données commun

BIM Niveau 3

Aussi appelé iBIM, il est considéré par beaucoup comme le seul BIM, car il permet de profiter de tous les avantages offerts par le BIM. Un modèle unique est stocké sur un serveur centralisé, accessible par tous les intervenants et durant toute la durée de vie d'un ouvrage via IFC. Cette collaboration totale n'est pas sans poser de nombreux problèmes de propriété intellectuelle, de responsabilité et de réglementation de l'accès/modification/enregistrement de la maquette numérique unique.

Le BIM Niveau 3 est actuellement testé sur de grands projets par une minorité de firmes. Ce BIM niveau 3 n'est pas à proprement parlé disponible. La technologie actuelle ne permet pas encore l'accessibilité du Niveau 3 à tous. Les normes et les contrats ne sont pas disponibles et c'est pour cela que les gouvernements se sont arrêtés au Niveau 2 dans leurs exigences.

La description sur *la figure 8_Les différents niveaux du BIM* ci-dessous correspondent aux niveaux utilisés au Royaume-Uni, mais reconnus ailleurs également.

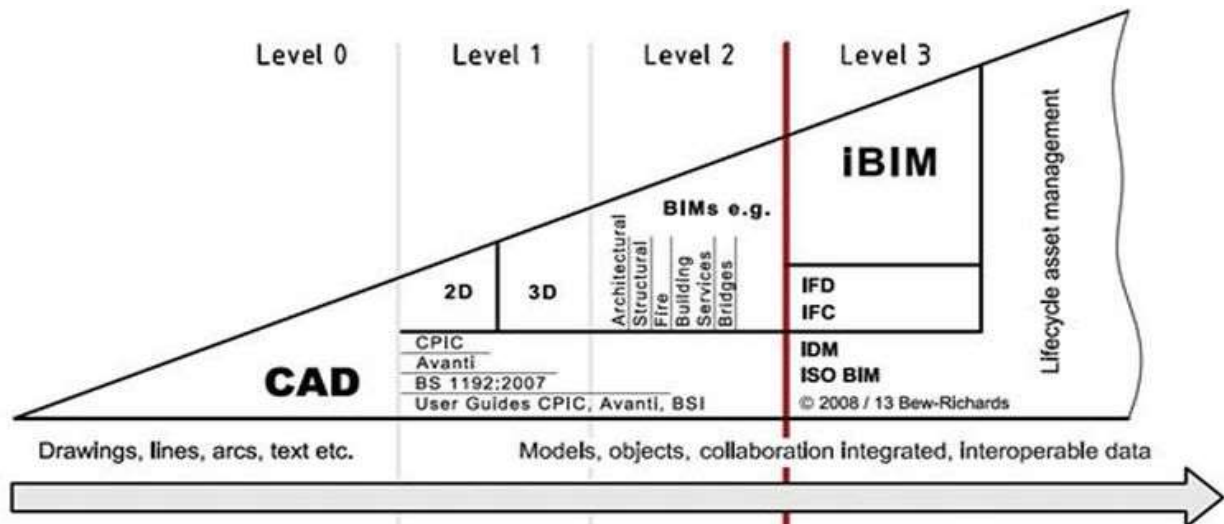


Figure 8: Les différents niveaux du BIM (Source: Objectif BIM)

1.2.3.2 Les dimensions du BIM

Il existe plusieurs dimensions en BIM. Si pour la 2D et la 3D les choses sont suffisamment claires, que peuvent bien signifier les autres ? Afin de vous éclairer, voici une brève explication pour chacune de ces dimensions. Il faudrait toutefois noter qu'à partir de la 6D l'industrie n'arrive pas à se mettre d'accord. Nous allons néanmoins vous donner notre avis.

BIM 2D: Mais que vient faire la 2D dans le BIM? Et bien les plans papier ont encore quelques années devant eux. De nombreuses entreprises travailleront encore en 2D pour les années à venir et il faudra bien échanger avec elles.

BIM 3D: Les trois dimensions géométriques X-Y-Z. Sans elles le BIM ne serait pas. Elles permettent les visualisations, les détections d'interférence, la préfabrication, les relevés de l'existant, le calcul des quantités, la mise à jour automatique des coupes et détails, etc.

BIM 4D: Ajoute une donnée "temps" aux trois dimensions géométriques. Permet de lier les éléments géométriques avec une information "temps" ou un planning de construction, ce qui va permettre aux différents acteurs d'un projet de visualiser dans le temps la durée d'un événement ou la progression d'une phase de construction.

BIM 5D: Ajoute la donnée "coût" aux 4 dimensions précédentes. Permet de lier les éléments géométriques et la contrainte "temps" à un "coût" et ainsi estimer les coûts de construction ou obtenir un aperçu de la situation financière d'un projet à un moment donné.

BIM 6D: Traite de tout ce qui concerne le développement durable d'un bâtiment, par exemple les analyses énergétiques.

BIM 7D: Lie les éléments du projet à tous les aspects de la durée de vie du bâtiment. Généralement délivré à la fin de la construction, le modèle 7D tel que construit contient toutes les informations nécessaires au propriétaire pour l'utilisation et la maintenance du bâtiment.

BIM XD: Le X représente ici toutes les données additionnelles imaginables qui pourraient encore venir s'ajouter aux autres dimensions.

1.2.4 Les niveaux de développement, de détail et d'information

Le niveau de développement (LODs) d'un modèle BIM fait référence à la quantité d'informations pertinentes pour le développement du projet et nécessaires pour prendre des décisions concrètes.

- LOD : (Level of Details), correspond à la précision géométrique d'une maquette numérique, caractérisée par la précision des objets 3D qui la constituent.
- LOI: (Level of Information), Le niveau d'information désigne la quantité totale d'informations contenues dans l'élément BIM.

LOD 100: Les éléments du modèle peuvent être représenté par un symbole ou de manière générique. Les informations contenues dans les éléments peuvent provenir d'autres éléments.

LOD 200: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière générique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.

LOD 300: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.

LOD 350: Les éléments du modèle sont représentés graphiquement d'une manière spécifique en tant qu'objet ou assemblage. Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments. Les éléments interagissent avec les autres éléments.

LOD 400: idem LOD 350 mais avec en plus les informations sur le détail, la fabrication, l'assemblage et l'installation sont contenues dans les éléments.

LOD 500: idem LOD 400 mais tel que construit et vérifié sur place.

A noter que des informations non graphiques peuvent être attachés aux éléments à tous les niveaux.

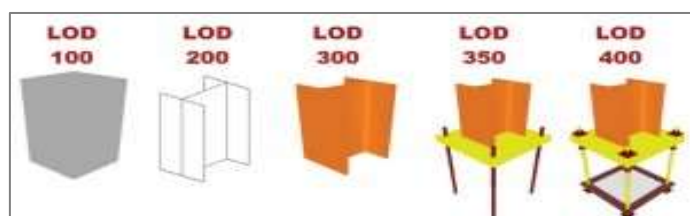


Figure 9: Les niveaux de développement (Source : BIM & BTP)

1.2.5 Les formats d'échange

1.2.5.1 Le Format IFC



Figure 10: Logo du format IFC (Source : BuildingSMART)

1.2.5.1.1 IFC : Contexte et définition

Les IFC (*Industry Foundation Classes*) sont nés de la volonté d'améliorer l'interopérabilité des logiciels utilisés dans le secteur de la construction. Elles ont été spécifiées par l'IAI (*International Alliance for Interoperability*) créée en 1996 et devenue BuildingSmart

international depuis 2008. *BuildingSMART* International qui continue de la maintenir et de l'enrichir, mais aussi à certifier les logiciels sur l'IFC (*Source : BuildingSMART*).

IFC, de l'anglais *Industry Foundation Classes*, est un format qui a été développé par *BuildingSMART*. C'est un format orienté-objet qui facilite l'échange des données entre les logiciels BIM (interopérabilité). Il a été conçu pour tous les types de données et ce pendant tout le cycle de vie d'un bâtiment, depuis les premières études à la démolition.

1.2.5.1.2 Méthodologie arborescence

L'arborescence IFC se présente de la manière suivante :



Figure 11: Arborescence des IFC (*Source: BuildingSMART*)

L'arborescence des IFC est automatiquement créée par l'export à partir d'un logiciel BIM. Dans le fichier IFC, le nom que prend le site, le bâtiment, le projet et les étages est défini par des paramètres qui ne sont pas toujours natifs dans du logiciel.

1.2.5.1.3 Les différentes versions de l'IFC depuis sa création

Depuis la version IFC1.0 en 1997, *buildingSMART* développe et améliore continuellement ce standard majeur. La version IFC4 est une norme ISO (16 739) depuis mars 2013. Elle va progressivement devenir la référence. Voir la liste des différentes versions IFC à la pages suivante (Tableau 1:Liste des différentes versions d'IFC).

Version	Date de publication
IFC4.3 RC1	avril 2020
IFC4.2	avril 2019
IFC4.1	juin 2018
IFC4 ADD2 TC1	octobre 2017
IFC4 ADD2	juillet 2016
IFC4 ADD1	juin 2015
IFC4 (anciennement 2x4)	février 2013
IFC2x3 TC1	juillet 2007
IFC2x3	décembre 2005
IFC2x2 ADD1	juillet 2004
IFC2x2	mai 2003
IFC2x ADD1	octobre 2001
IFC2x	octobre 2000
IFC2.0	octobre 1999
IFC1.5 ADD1	août 1998
IFC1.5	janvier 1998
IFC1.0	décembre 1996

Tableau 1: Liste des différentes versions d'IFC

L'IFC 2*3 est aujourd'hui la version la plus utilisée malgré le fait que la version IFC4 ait fait son apparition depuis bien longtemps.

1.2.5.1.4 IFC4 vs IFC2x3

- IFC2x3
 - Plateforme basée sur une base de données Oracle hébergée sur Internet
 - Outil de contrôle uniquement adapté à un MVD

- MVD uniquement disponible en tant que description prosa, ce qui signifie non lisible par machine.
- IFC4
- Plateforme basée sur Azure Cloud et donc évolutive
- Meilleure interface utilisateur
- Prise en charge de BCF, également via API, pour intégrer la gestion des problèmes lors de l'audit dans l'application BIM
- Scénarios de test améliorés (leçons tirées d'IFC2x3) etc

En plus, l'IFC 4 comporte de nombreux avantages. Comme toutes les nouvelles versions il vient corriger les insuffisances de l'ancienne version qui est l'IFC 2x3.

- Avantage de l'IFC 4

L'IFC4 représente une amélioration globale de la qualité du modèle. La plupart des classes ont été maintenues et seules 113 ont été ajoutées (766 classes au total contre 653 pour l'IFC2x3). Cette nouvelle version n'en offre pas moins de nouveaux avantages notables.

- Une meilleure concordance des interprétations. Jusqu'à cette version, la multiplicité des possibilités d'interprétation d'un élément pouvait complexifier les échanges de données. « L'IFC4 a corrigé ce problème en réduisant les divergences d'interprétation du modèle »
- Une liste exhaustive d'objets types. Ont été ajoutées par exemple, la classe IfcBoiler qui décrit les chaudières et la classe IfcBoilerType pour les chaudières types.
- Possibilité d'une analyse énergétique et d'un bilan carbone. L'IFC4 permet une amélioration du traitement de l'analyse énergétique grâce aux limites d'espace et à l'ajout de la notion de zone spatiale.
- De plus, grâce à la France, le modèle IFC comporte désormais des propriétés traitant des impacts environnementaux (Environmental impact values). « Concrètement, les informations des FDES de la base de données INIES ont été intégrées dans l'IFC4 »
- Une plus grande souplesse de modélisation des formes. L'extension des représentations géométriques possibles permet de modéliser des formes plus complexes (NURBS : *non-uniform rational b-spline representation*). A la clé : plus de liberté pour les architectes.

- Une visualisation plus simple des objets. La géométrie tessélée (*tessellated geometry*) a été introduite dans l'IFC4 pour simplifier la représentation des formes complexes.
- Une documentation plus accessible. L'IFC4 a fait l'objet d'une traduction partielle en français qui est exploitée dans la documentation officielle du format.

1.2.5.1.5 Liste des logiciels compatibles IFC2x3 et IFC4

Comme indiqué ci-dessus buildingSMART est à l'origine de la création du format IFC. buildingSMART International fournit une plate-forme et un processus continu pour certifier les applications. Un nombre croissant d'organisations a obtenu la certification de leurs produits.. La liste des logiciels certifiés par buildingSMART se trouve en annexe 3 « Tableau récapitulatif des logiciels compatibles IFC» de ce document. Il est également possible de rechercher un logiciel en se rendant à l'adresse : (<https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/>). L'illustration à la figure 10 ci-dessous correspond à la manipulation pour vérifier la certification d'un logiciel.

Retrouver un logiciel
en écrivant le nom
de ce logiciel



Vendor	Product	Schema	Exchange Requirement	Import / Export	Status	Started	Completed	Report (link)
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	Finished	2017-08-29	2020-11-09	
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	Finished	2017-08-29	2020-10-19	
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	2017-08-29		

Figure 12: Tableau récapitulatif des logiciels compatibles IFC (sur le site de BuildingSMART)

1.2.5.2 Le Format BCF

Le format BCF (BIM Collaboration Format) est le format des notes contextualisées qui permet aux acteurs des projets utilisant différentes applications BIM de communiquer et de collaborer sur des modèles IFC partagés, tout en étant déconnectées de la maquette 3D elle-même.

Les fichiers BCF sont très légers ; ils peuvent contenir des commentaires, des descriptions de questions, des captures d'écran, des objets liés, une sélection d'éléments de la maquette IFC comme des plans de coupe, des points de vue, un GUID unique, et plus encore sans contenir nécessairement de géométrie. Aussi riches que les fichiers IFC, les fichiers BCF contiennent toutes les informations de traçabilité : auteur, date, version.



Figure 13: Format BCF (Source: BuildingSMART)

1.2.6 BIM management

Il s'agit de coordonner la maîtrise d'œuvre en proposant des outils qui facilitent les échanges entre les différents intervenants. Le rôle du BIM Manager est de rédiger la charte de modélisation BIM et la convention BIM. Il doit s'efforcer de faire respecter ces modèles tout au long du projet en contrôlant les maquettes des intervenants. Il doit également choisir une plateforme d'échange et décider de la fréquence des diffusions de maquette. Enfin, à chaque réception de maquette, il doit en valider la conformité puis la diffuser aux autres intervenants par le biais de la plateforme choisie. Le rôle du BIM Manager est de chercher des solutions pour tous les problèmes liés au BIM durant le projet.

1.2.6.1 La documentation en BIM management

- Le cahier de charge BIM

le cahier de charge BIM est l'essence et le garant d'une démarche BIM pertinente, Il clarifie le processus collaboratif du BIM en précisant les livrables de l'opération et les conventions à adopter. Ces images sont extraites du cahier de charge BIM rédigé par la maîtrise d'ouvrage.

- La Convention BIM

La convention BIM, une fois acceptée par le maître d'ouvrage deviendra une pièce contractuelle non seulement du contrat de maîtrise d'œuvre mais également des contrats avec les autres acteurs et notamment les entreprises moyennant les adaptations nécessaires. En effet, à chaque étape du cycle de vie du projet la convention évolue et s'adapte aux nouveaux acteurs, à des usages nouveaux ou à des nécessités du projet. En résumé la convention BIM est la réponse de MOE aux cahiers des charge BIM du MOA, elle précise donc les missions confiées aux prestataires BIM, les rétributions et les délais d'exécution.

- La charte BIM

La charte BIM est un document générique non contractuel élaboré par le BIM Manager traduisant la politique du Maître d'ouvrage en objectifs de qualité et de performances attendues du BIM pour l'ensemble du Projet. Elle décrit le contenu et la mise-en-forme des Maquettes Numériques Métiers à l'échelle d'un intervenant ainsi que les représentations graphiques issues de ces dernières.

1.2.6.2 La plateforme collaborative SOFYA de B&P

(Solutions Focused on Your Assets) : Builders and Partners propose une plateforme web collaborative où les échanges et la vision de maquette peuvent se réaliser. L'outil est adapté aux maîtres d'ouvrage. En phase de conception, on peut suivre l'avancée du projet sous sa forme numérique. En phase d'exploitation, on retrouve les informations du bâtiment pour exploiter au mieux les ressources du bâtiment. La plateforme peut servir aussi d'espace de gestion électronique de document (GED), dans laquelle on peut trouver les plans ou les fiches techniques des produits. Un groupe de collaborateurs est en charge du développement de

SOFYA, la plateforme est en perpétuelle innovation. Les développeurs créent des nouvelles fonctionnalités sur la plateforme en fonction des projets et de la demande des clients.

Actuellement, SOFYA met à disposition 3 modules complémentaires, utilisables séparément ou couplés :

- Plateforme collaborative (Gestion Documentaire)
- Plateforme BIM orientée Maîtrise d’Ouvrage (avec Viewer intégré)
- *Data-Room d’Exploitation*



Figure 14: Logo de SOFYA(Mémoire technique de SOFYA)

Le mémoire technique de la plateforme SOFYA est joint en Annexe 5 de ce document

1.3 Diagnostic des fiches de conformités de Builders and Partners

Travailler sur une maquette BIM présente de nombreux avantages: en partageant et retravaillant le même document, on s’assure de la continuité des données et du bon partage d’informations à tous. Le seul problème : si une erreur n’est pas remarquée, et se répète à chaque version de la maquette, elle risque d’entamer sérieusement l’efficacité du processus de construction ou d’exploitation. Afin d’éviter tout risque technique ou réglementaire le BIM Manager doit effectuer un grand nombre de vérification avant de pouvoir valider une maquette reçue. Ces vérifications sont indiquées par la convention et plus détaillées par la charte annexée à cette convention. En outre, chaque projet comporte un grand nombre de maquette à valider. Aujourd’hui ces vérifications sont faites «manuellement», en remplissant une fiche de conformité qui s’avère très fastidieux.

1.3.1 Collection des documents

La collection des données consiste à réunir tous les documents qui pourront être utiles pour notre travail. Pour récupérer ces documents, il a été question d'envoyer un mail groupé à l'ensemble des collègues en leur demandant l'accès à tous les documents en rapport avec mon thème de stage. L'idée était de rassembler toute la documentation interne et externe concernant les fiches de conformités utilisées.

Les collègues ont répondu favorablement. Ainsi j'ai pu débiter le travail. Il fallait tout d'abord classer ces documents en deux groupes dans de différents dossiers que nous avons nommé « docs internes B&P » pour les documents de Builders et « docs externes B&P » pour d'autres types de documents :

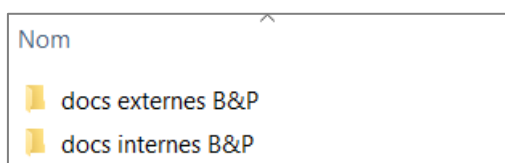


Figure 15: Classification des données

- Les documents internes, c'est-à-dire ceux de B&P permettront de faire ressortir les insuffisances de nos fiches de conformités après diagnostic.

En ce qui concerne les documents internes, nous avons pu recueillir : des fiches de conformité de B&P en BIM management et en AMO BIM (Assistance au maître d'ouvrage BIM) et des conventions BIM de différents projets. La liste des documents B&P reçus sur la Figure 16: Les données de B&P

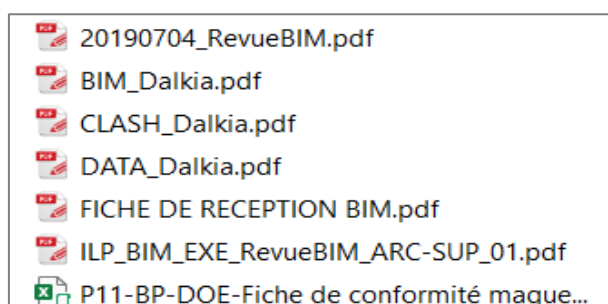


Figure 17: Les données de B&P

- Avec les documents externes, il s'agira de les comparer entre eux et aussi avec ceux de B&P afin de retenir les bonnes idées que nous allons utiliser pour l'amélioration de nos fiches de conformité finale.

Nous avons ainsi récupéré : d'autres fiches de conformité, des conventions et aussi une grille d'analyse de convention (permet de noter les conventions BIM). Il serait aussi intéressant que B&P essaie de mettre en place sa propre grille de notation des convention en cas d'AMO BIM sur un projet. Sur la Figure 18: Les donnée externes à B&P ci-dessous se trouve la liste des documents des concurrent reçus.

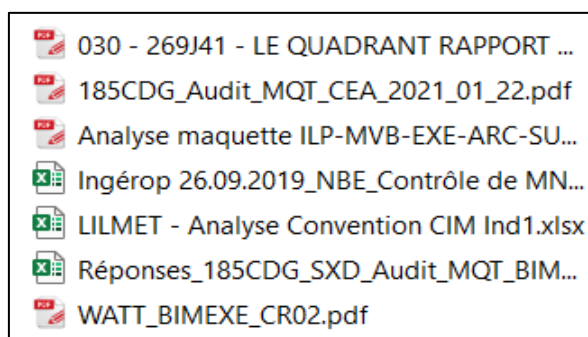


Figure 19: Les donnée externes à B&P

1.3.2 Présentation des fiches de conformité (ou VISA BIM) de B&P

La fiche de conformité BIM est un tableau Excel qui sert de document pour la validation des maquettes en se basant sur ce qui a été prescrit dans la convention BIM. Il reprend tous les grands points de la convention en ce qui concerne la validation d'une maquette numérique.

Les conformités de B&P sont de deux type. Il y a le format utilisé lorsqu'on est BIM Manager sur un projet et aussi celui qu'on utilise lorsqu'on joue le rôle de l'AMO sur un projet.

1.3.2.1 En BIM management

Sur ce visa on trouve le nom du projet, le nom de la maquette, la zone traitée, une partie avec un détail des éléments Revit à vérifier, une partie observation puis une partie de validation du visa avec l'auteur

de la vérification et le cachet de l'entreprise. La partie qui nous intéresse est celle concernant les résultats des vérifications dans la partie « Examen général ».

La fiche de conformité BIM manager est généralement composée de quatre grandes parties :

DESCRIPTION DU MODELE : Partie réserver à la nomination et datage de la maquette numérique à vérifier.

DESCRIPTION DU MODELE									
DOCUMENT :									
RECUE :				PHASE :					
PRECEDENT DEPOSE :				INDICE :					

EXAMEN GENERAL : C'est le corps de la fiche de conformité. C'est ici que sont listées en colonne les différentes vérifications à réaliser sur la maquette numérique (.rvt)

EXAMEN GENERAL			
OBJET DE L'ANALYSE	VISA BIM	BLOQUANT	OBSERVATIONS
MISE EN FORME			
Codification du nom de la maquette numérique			
Poids de la maquette numérique (<250 Mo)			
Version REVIT 2018			
Avertissements à l'ouverture de la maquette			
Informations sur le projet			
Etat des coordonnées du point topographique			
Etat des coordonnées du point de base			
Etat du site partagé			
Etat des rers			
MODELLISATION			
Etat des quers filigres			
Etat des niveaux			
Présence des éléments non attelés			
Visas de travail			
Nomenclatures			
Feuilles et livrables 2D			
Utilisation du carrousel commun			
Absence d'éléments non attendus			
Classification Uniformat II			
Structuration IFC			

CONTRÔLE DES ELEMENTS PAR CATEGORIE : On détermine le nombre de chaque catégorie et on vérifie si les conditions de modélisation ont été respecté.

CONTRÔLE DES ÉLÉMENTS PAR CATÉGORIE					
CATÉGORIE	VISA BIM	Nombre d'éléments	LOGICIEL	Classe IFC	Observations
Murs				rfWall	
Portes				rfDoor	
Fenêtres				rfWindow	
Escaliers				rfStair	
Dalles et solives				rfSlab	
Rampes				rfRamp	
Escaliers				rfStair	
Carte-corps				rfCore	
Plafonds				rfCeiling	
Planchers				rfFloor	
Fondations				rfFoundation	
Équipements sanitaires/équipements techniques				rfSanitary/Technical	

VISA : C'est la partie de prise de décision en ce qui concerne la conformité de la maquette aux exigences de la convention et ces annexes. C'est à cet endroit que le BIM Manager va donner une note de « Conformité » ou « Non-conformité » ou « Conformité avec observation ». tout en mentionnant son nom et la date de vérification.

VISA			
Analyse du Modèle		VISA Final	
Vérifié par :			
Date :			

OBSERVATION : Il s'agit de faire ressortir les graves erreurs parmi celles énumérés dans la parties « EXAMEN GENERAL »

OBSERVATIONS

Cette fiche de conformité est présentée en format A4 en Annexe 1.

1.3.2.2 En AMO BIM

Il faut noter que le contrôle qualité est réalisé aussi en BIM management ainsi qu'en AMO BIM. Bien qu'ayant à peu près le même contenu, les fiches de conformité que B&P a l'habitude d'utiliser en BIM management ne se présentent pas de la même manière que celles utilisées en AMO BIM.

En AMO BIM, la fiche de conformité se présente plus simple et moins détaillée. C'est l'aspect graphique qui est mis en avant. L'utilisation des formes et couleurs facilite la compréhension. Cette présentation est généralement réalisée sur Power BI.

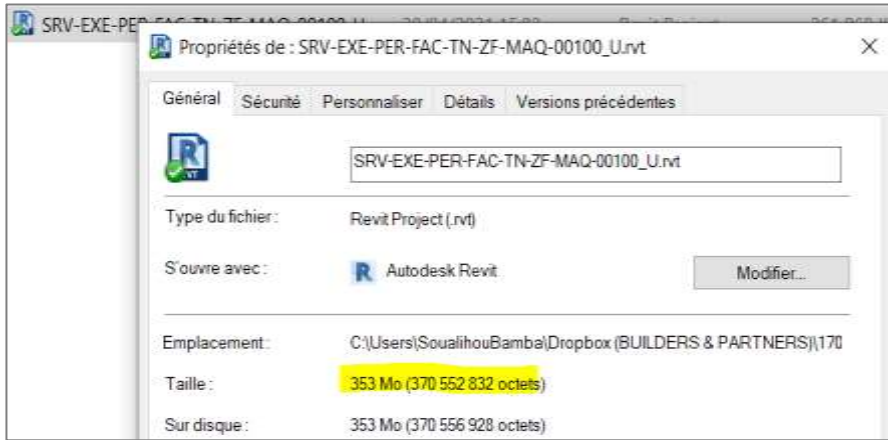
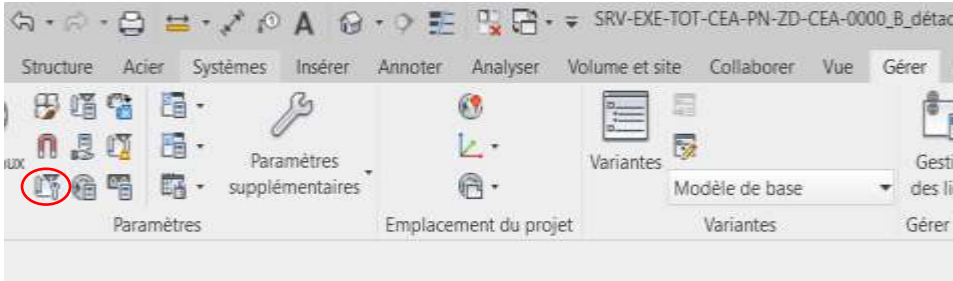
1.3.3 Outils: vérifications et manipulations

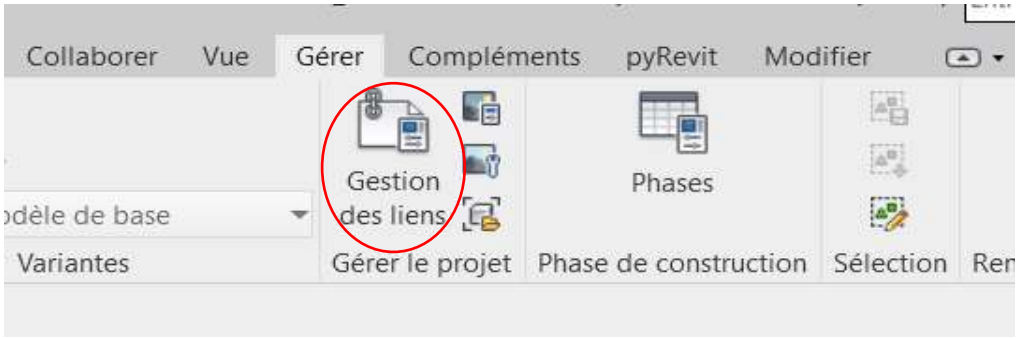
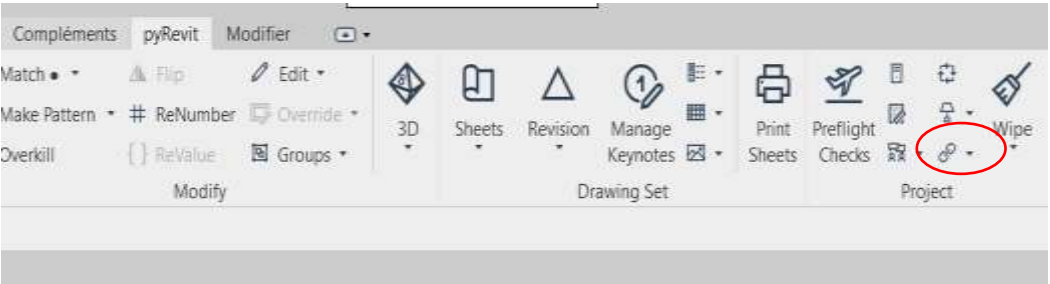
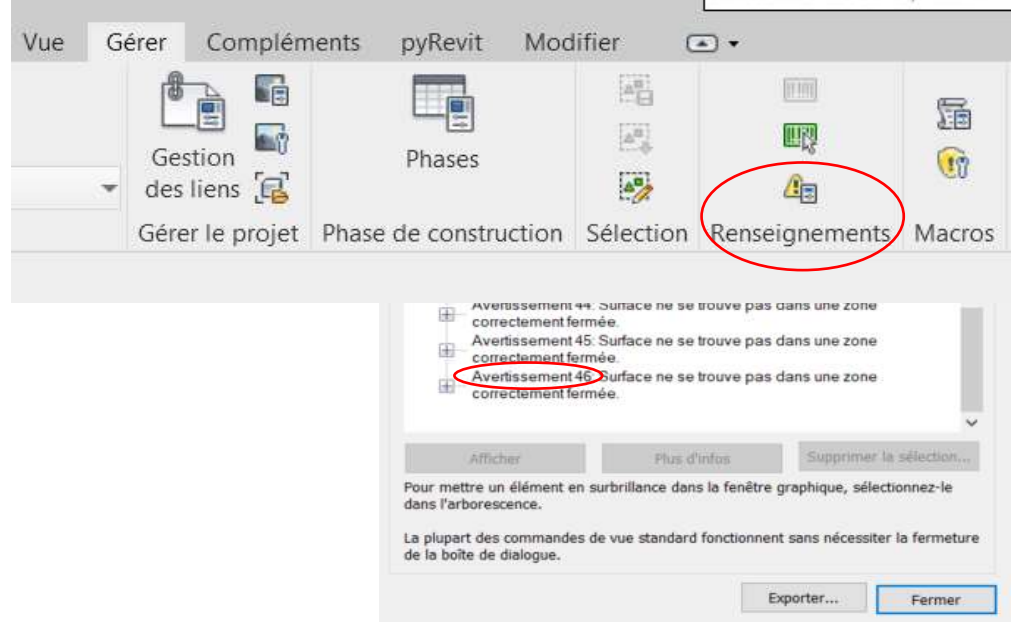
Le logiciel utilisé par B&P pour la vérification des maquettes est Revit.

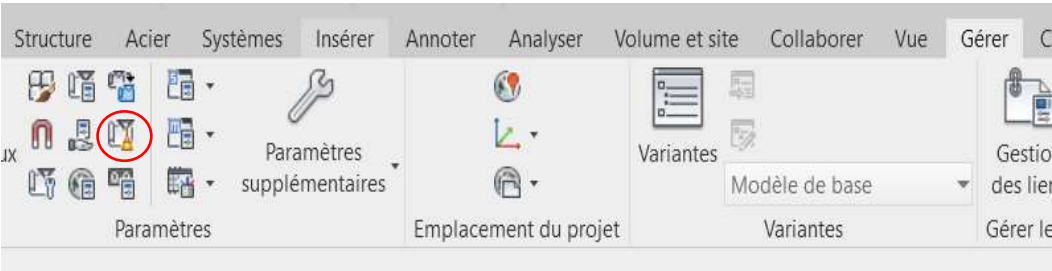
Revit est un logiciel de conception de bâtiment édité par la société américaine **Autodesk** qui permet de créer un modèle en 3D d'un bâtiment pour créer divers documents nécessaires à sa construction (plan, perspective, etc). Revit est un logiciel de CAO, mais sa particularité est d'être un logiciel BIM multi-métiers destiné aux professionnels du BTP (ingénieurs, architectes, dessinateurs-projeteurs, entrepreneurs, etc).

La liste non exhaustive ci-dessous montre les différents contrôles cités plus haut et les différentes manipulations mises en œuvre pour les vérifier. Ces contrôles sont réalisés sur le logiciel **Revit**.

VERIFICATIONS ET MANIPULATIONS	
1	Codification du nom de la maquette numérique
	Vérifier que le nom de la maquette correspond à la codification prescrite dans la convention. <u>Manipulation:</u> Ouvrir la charte de modélisation. Ensuite, aller chercher la codification exigée et faire une comparaison avec le nom de la maquette, Ex: SRV - [PHASE] – [EMETTEUR] - [CODE LOT] - [NIVEAU*] -[ZONE] - [NUM] _ [INDICE] . [extension]
2	Formats d'échanges et versions
	Les formats d'échange préconisés dans nos projets sont généralement: Natif et ifc. Vérifier que les deux ont été déposés sur la plateforme d'échange <u>Manipulation:</u> Les fichiers reçus doivent être en format .rvt et .ifc les vérifications sont concentrées sur le format .rvt car l'export dans le sens de Revit vers l'ifc, lorsque le format natif est bien géré, l'ifc a plus de chance d'être bien exporté
3	Poids de la maquette numérique (<250 Mo)

	Vérifier le poids de la maquette en faisant clic droit sur la maquette. Ensuite, Propriété 
4	Avertissements à l'ouverture de la maquette numérique.
	vérifier qu'il y a aucune erreur grave gênant la collaboration par exemple. <u>Manipulation</u>: Il s'agit de graves erreurs empêchant l'ouverture de la maquette par exemple.
5	Informations sur le projet
	Les informations sur le projet doivent être renseignées et adapté au lot en se basant sur la maquette QNP. <u>Manipulation</u>: Gérer Information sur le projet 
6	Etat des coordonnées du point topographique
7	Etat des coordonnées du point de base
	Vérifier que la maquette a bien été géoréférencée et superpose avec la maquette QNP <u>Manipulation</u>: Mettre la maquette gabarit en lien, se mettre en vue 3D et faire un contrôle visuel pour vérifier si les niveaux se superposent avec ceux de la maquette QNP
8	Etat des liens

	Il ne doit pas y avoir de lien revit si celui-ci ne participe pas à la coordination <u>Manipulation</u> :Gérer → Gestion des liens, supprimer les liens .rvt 
9	Etat des imports L'importation des dwg n'est pas autorisé, alors il s'agit de vérifier qu'il en existe pas <u>Manipulation</u>: On se sert d'un Plug-in appelé pyRevit pour vérifier qu'il n'y a aucun lien dwg dans la maquette. pyRevit → Links 
10	Nombre d'avertissements Fait sortir le nombre d'avertissement et demander la suppression des plus graves <u>Manipulation</u>:Gérer → Renseignement. 
12	Etat des quadrillages

	Vérifier que les quadrillages de la maquette correspondent à ceux de la maquette QNP: superposition et nommage. Il faut faire une nomenclature de Quadrillage en triant par « Nom » 
13	Etat des niveaux Le nommage doit respecter la codification de la charte BIM, Ex: <i>Pour faciliter la collaboration entre les différents intervenants, il est demandé d'ajouter le préfix du Lot aux niveaux de chaque maquette. Exemple : ARC_S2</i>
16	Etat des pièces et surfaces Vérifier s'il n'y a pas de pièce "non placée", "non fermée" ou ... si la maquette est censé avoir des pièces. Si non vérifier qu'elle n'en contient pas. <u>Manipulation</u>: Il faut faire une nomenclature avec à minima les paramètres: Non et surface
17	Purge des éléments non utilisés Vérifier qu'il y a 0 élément purgé. <u>Manipulation</u>: Gérer → Purger les éléments non utiliser 
18	Purge de l'arborescence et des vues de travail Le nommage de l'arborescence des vues doit respecter la charte BIM. Et la structuration doit respecter celle demandée par la convention et la charte de modélisation

20	Feuilles et livrables 2D La codification des livrables dans la charte BIM doit être respectée et le cartouche commun doit être intégré dans tous les livrables.
21	Nommage des familles vérifier que le nommage respecte la codification BIM. <u>Manipulation</u> : Il faut également mettre en place une nomenclature des familles avec pour titre les paramètres Nom et Type pour pouvoir faire apparaître toutes les familles afin de vérifier si la codification de la charte a été respectée.
22	Utilisation de sous-projets Vérifier l'existence, la codification et le bon rangement des éléments dans le bon sous-projet. <u>Manipulation</u> : Il faut tout d'abord faire "VV". Ensuite, aller dans la partie sous-projet et procéder à la vérification des nommages. Enfin, faire apparaître le contenu de chaque sous-projet en jouant avec Affichage/Masque pour voir comment les éléments sont rangés. 
24	Absence d'éléments non attendus La vue 3D doit être purgée de tout élément n'appartenant pas au projet ou bien les mettre dans un sous-projet « hors-lot ». Il s'agit d'une vérification visuelle, il consiste à repérer les éléments hors lot qui trainent. Il s'agit aussi de vérifier les modélisations incohérentes à vue d'œil.
25	Structuration du modèle IFC

vérification de la structuration de l'ifc en l'ouvrant avec un VIEWER BIM, ex: EveBIM

La structuration de l'ifc doit respecter la structuration générale des ifc comme suite:

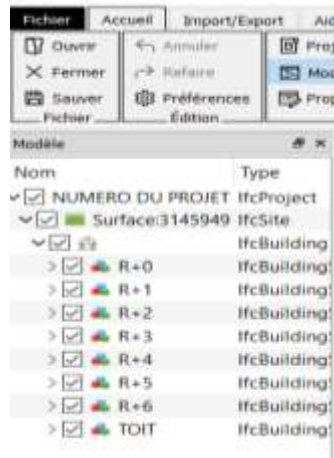


Tableau 2: Vérifications et manipulations

1.3.4 Méthodologie d'amélioration

1.3.5 Mise en place de la fiche de conformité générale B&P

Après avoir réuni tous les documents, il faut passer à l'exploitation des données de ces documents. L'objectif étant de récupérer les bonnes idées de chaque document, alors j'ai procédé de la manière suivante :

- Faire la liste des différentes vérifications de maquette numérique que j'ai pu récolter sur d'autres fiches de conformité (j'ai nommé les listes n'appartenant pas à B&P Concurrent) et lister également celles de B&P sur une même feuille Excel,
- Faire le tour de chaque liste pour recenser les informations qui sont pertinentes.
- Ainsi je me suis retrouvé avec une liste de B&P et cinq (5) autres listes (prévenants d'autres fiches de conformité récoltées) organisées comme ci-dessous.

LISTE DES VERIFICATIONS DE B&P ET CONCURRENTS					
B&P	Concurrent 1	Concurrent 2	Concurrent 3	Concurrent 4	Concurrent 5

Il faut noter que les contrôles réalisés par B&P sur ces maquettes numérique n'étaient pas forcément exhaustifs, mais respectaient à minima ces 9 types de contrôle nécessaire pour obtenir une maquette numérique valide aboutissant à un export IFC correcte:

- Le nom du fichier
- La géolocalisation et l'orientation des éléments
- Le nom des bâtiments, étages, zones et espaces
- L'utilisation correcte des objets
- La structure et la dénomination des éléments
- Le système de classification
- L'affectation correcte des matériaux aux objets
- Les risques de doublons et d'intersections
- La saisie des bonnes informations au bon endroit

Donc notre amélioration a porté essentiellement sur: le rajout d'autres contrôles pertinents en supplément en conservant ceux que nous avons déjà. Ensuite, la mise en forme et l'automatisation de la fiche Excel (Fiche de conformité).

RESULTATS ET DISCUSSION

Après avoir réuni la documentation , passé au trie de bons contrôles en se basant sur la pertinence, nous avons abouti au résultat suivant : La fiche de conformité générale de B&P, annexé à ce document en Annexe 2, Le tableau ci-dessous résume les différents problèmes qui nous ont poussés vers une recherche d'amélioration dans la première colonne et les éventuelles solutions d'amélioration que j'ai apporté à ces problèmes dans la deuxième colonne.

	Problèmes	Améliorations
La forme	_La couleurs de fond n'a aucun rapport avec l'entreprise _Difficile de détecter la conformité visuellement _La colonne de "Objectif de l'analyse" non détaillée, donc peu compréhensible.	_Couleurs de fond en fonction des couleurs de l'entreprise(Bleu pour B&P, Vert pour SOFYA) _Mise en place de jeu de couleur pour montrer la conformité d'un contrôle: Conforme(C) =  Conforme avec observation(CAO) =  Non conforme(NC) =  _L'annonce de la vérification en grand point suivi de détail des tâches à effectuer dans de sous points quand cela est nécessaire.

Ajout de vérification	_La persistance de certaines erreurs depuis les anciennes versions _Absence de contrôle de dépôt de maquette sur la plateforme _L'objectif final du maître d'ouvrage étant d'avoir une maquette sans conflit et avec une bonne superposition, il est nécessaire de faire ce contrôle.	_Remplacer la colonne "Bloquant" par "Historique du VISA", pour y mention la date du contrôle dans le but d'interpeler l'intervenant sur la persistance d'une non-conformité _Non prise en compte de la partie "CONTRÔLE DES ELEMENTS PAR CATEGORIE" qui ne se fait pas tout le temps. _Conformité dépôt sur la plateforme: il fallait mentionner le contrôle des dépôt sur la plateforme qui n'est très souvent pas respecté (date de dépôt, archivage et arborescence) _Superposition correcte des liens Revit et IFC: La superposition de toutes maquettes permet de voir la cohérence de la modélisation des différents lots, le respect du géoréférencement, et le bon positionnement des bâtiments par zone Classification Unifomat II: L'unifomat II est une norme pour la classification des spécifications des bâtiments.
Automatisation	_Comptage fastidieux des points conformes pour la validation ou non de la MN _Difficile de détecter la conformité visuellement _Le résultat du VISA final ne	_Calcule automatique du pourcentage de conformité: $Tc\% = \frac{C+0,5CAO}{Total} \times 100$ _VISA final automatisé en fonction du "Taux de conformité% (Tc)": Si $Tc < 50\%$, Non conforme (Rouge) Si $Tc > 50\%$, Conforme (Vert) Si $Tc = 50\%$, Conforme avec observation (Orange)

Tableau 3: Tableau récapitulatif des résultats

Comme indiqué dans le tableau ci-dessus, nous avons réussi à mettre en place une fiche de conformité contenant des contrôles fiables et facile à exploiter. nous sommes fier d'avoir abouti à ce résultat. En débutant ce travail nous nous sommes fixé l'objectif de la perfection.

Toutefois, il faut noter que ce travail peut être encore amélioré en essayant par exemple d'automatiser les manipulations des contrôles sur le logiciel Revit par la création de plug-in avec Dynamo. En réalité, un autocontrôle (Contrôle automatique de la maquette numérique sans manipulation) serait la solution idéale pour la fiabilité des rendus car cela permettra un gain de 15% du chiffre d'affaire du secteur du bâtiment.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce mémoire avait pour ambition de trouver une solution d'amélioration des fiches de conformité de l'entreprise Builders and Partners, en se demandant quels sont les contrôles nécessaires à réaliser sur une maquette numérique afin d'aboutir à un rendu fiable ?

Il a fallu dans un premier temps, faire un état de l'art du BIM de manière générale pour se situer dans le contexte, faire le diagnostic de l'état actuel des conformités de B&P pour savoir ce qui doit être amélioré.

Au moyen des documents que nous avons reçu de la part de de B&P à savoir les anciennes fiche de conformité et d'autre documents que nous avons pu récolter, il a été possible de se lancer dans ce travail minutieux qui a consisté à faire le tour de la liste de tous les contrôles et d'en garder les plus pertinents. Ainsi, nous avons pu mettre en place une fiche de conformité adapté et surtout facile à renseigner.

A la suite de nos analyses ils serait honnête de signifier que, bien que ce travaille ai abouti à un résultat que nous estimons bon, il serait encore possible d'apporter des améliorations à cette fiche de conformité, notamment, l'insertion des images dans la partie commentaire en guise d'illustration des avis donnés dans la fiche de conformité. Il serait également intéressant de mettre en place des plug-in à partir de « dynamo » pour automatiser la vérification des contrôles tels que : Extraction de doublon dans les paramètres, Vérification de sous-projet et Vérification des quadrillages.

BIBLIOGRAPHIE

définition et évolution de l'ifc(<https://bimstandards.fr/travailler-avec-les-ifc/qu-est-ce-que-les-ifc/>)

Les avantages de l'IFC4 (<https://buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr/2016/02/04/actualites-du-bim-ifc4-une-version-a-connaître-des-maintenant/>)

Liste des logiciels compatibles à l'IFC 2x3 et IFC 4, (disponible à <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/>)

L'adoption du BIM dans le monde : BIM manager, le magazine gratuit du BM : (*pays leader de l'adoption du bim - bim-manager*)

Level S3D: les statistiques de l'utilisation du BIM dans le monde(<https://levels3d.com/news/bim-dans-le-monde/>)

Objectif BIM : Le Niveau de détail de la Maquette Numérique (<http://www.objectif-bim.com/index.php/technologie-bim/la-maquette-numerique/niveau-de-detail-de-la-maquette-numerique>)

Le rapport BIM en Afrique 2020 mis en place par Africa BIM (*[Etude] Inédit, BIM Africa met à disposition le premier rapport sur le BIM en Afrique 2020 en français et en anglais ! – ABCD Blog*)

“BIM/MAQUETTE NUMERIQUE CONTENU ET NIVEAUX DE DEVELOPPEMENT,” le MONITEUR des travaux publics et du Bâtiment (5763, SYNTEC-INGENIERIE, France, 2014), p. 8.11.14.22.28.29, (www.lemoniteur.fr).

Halbach, Amélie 2019. Le BIM as-built comme outil d'aide à la décision entre démolition ou déconstruction [Mémoire de master Université de Liège].<https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/6888/3/Le%20BIM%20as-built%20comme%20outil%20d%27aide%20%C3%A0%20la%20d%C3%A9cision%20entre%20d%C3%A9molition%20ou%20d%C3%A9construction.pdf>

ANNEXES



FICHE VISA MAQUETTE BIM

DESCRIPTION DU MODELE

DOCUMENT : _____

RECU LE : _____ PHASE : _____ DOE _____

PRECEDENT DEPOT : _____ INDICE : _____

EXAMEN GENERAL

OBJET DE L'ANALYSE	VISA BIM	BLOQUANT	OBSERVATIONS
MISE EN FORME			
Codification du nom de la maquette numérique			
Poids de la maquette numérique (<250 Mo)			
Version REVIT 2018			
Avertissements à l'ouverture de la maquette			
Informations sur le projet			
Etat des coordonnées du point topographique			
Etat des coordonnées du point de base			
Etat du site partagé			
Etat des liens			
MODELISATION			
Etat des quadrillages			
Etat des niveaux			
Purge des éléments non utilisés			
Vues de travail			
Nomenclatures			
Feuilles et livrables 2D			
Utilisation du cartouche commun			
Absence d'éléments non attendus			
Classification Unifomat II			
Structuration IFC			
Export COBie			

LEGENDE : C : Conforme NC : Non Conforme CAO : Conforme avec observation / : Non Analysé

CONTRÔLE DES ELEMENTS PAR CATEGORIE

CATEGORIE	VISA BIM	Nombre d'éléments	LOD/LOI	Classe IFC	Observations
Murs				IfcWall	
Portes				IfcDoor	
Fenêtres				IfcWindow	
Espaces				IfcSpace	
Dalles et toitures				IfcSlab	
Rampes				IfcRamp	
Escaliers				IfcStair	
Garde-corps				IfcRailing	
Poteaux				IfcColumn	
Poutres				IfcBeam	
Fondations				IfcFooting	
Equipements sanitaires/équipements terminaux				IfcFlowTerminal	

LEGENDE : C : Conforme NC : Non Conforme CAO : Conforme avec observation / : Non Analysé

VISA

<u>Analyse du Modèle</u>	<u>Visa Final</u>
<u>Vérifié par :</u>	
<u>Le :</u>	

OBSERVATIONS

GROUPE BUILDERS
& PARTNERS

FICHE VISA MAQUETTE BIM

DESCRIPTION DU MODELE

DOCUMENT :

RECU LE :

PRECEDENT DEPOT :

PHASE :

INDICE :

EXAMEN GENERAL

OBJET DE L'ANALYSE	VISA BIM	HISTORIQUE DU VISA	OBSERVATIONS
MISE EN FORME			
Conformité dépôt sur la plateforme (date et Arborescence de dépôt)	CAO		
Formats d'échanges et versions			
Poids de la maquette numérique (<xxx Mo)	C		
Format / Version (.rvt / 20XX)	C		
Format / Version (.ifc 2x3/4)	/		
Codification du nom de la maquette numérique conforme à la charte	NC		
Etat de la vue de départ			
La maquette contient une vue de départ	C		
La vue de départ contient les mises à jour ou les modifications	C		
La vue de départ est bien renseignée	NC		
Structuration du modèle	C		
Géoréférencement			
Coordonnées du point d'origine : point topographique	CAO		
Coordonnées du point d'origine : point de base	CAO		
Limite de propriété	/		
Verrouillage des points de référence	/		
Avertissements à l'ouverture de la maquette	C		
Gestion des liens			
Absence de liens inutilis	NC		
Absence d'import dwg	NC		
Superposition correcte des liens Revit	C		
Superposition correcte des liens IFC	C		
Les informations sur le projet sont bien renseignées	CAO		
Etat du site partagé	C		
MODELISATION			
Nombre d'avertissements	/		
Vérification des quadrillages			
Le nommage conforme à la maquette de référence	NC		
Supperposition avec la maquette de référence	C		
Les maquettes respectent les unités exigées dans le CCBIM	NC		
Vérification des niveaux			
nommage conforme à la charte BIM	CAO		
Altimétrie respecté	CAO		
Vérrouillage des niveaux	NC		
Les zones sont créés	/		
Pièces et surfaces			
Pièces présentes, bien positionnées et ne se chevauchant pas	C		
Codification des pièces	C		
Renseignement des attributs de pièces (...)	/		
Etat des phases et filtres de phases			
Conformité des phases	NC		
Bonne utilisation des filtres de phase	C		
Vérifier que les éléments non utilisés sont purger	CAO		
Arborescence des vues			
Présence des vues/nomenclatures demandées et respect de la structure	C		
Bonne dénomination/codification des vues	C		
Nomenclatures des livrables	C		
Etat des sous-projets	CAO		
Présence des sous-projets (avec les noms et codifications respecté)	CAO		
Les objets sont rangés dans le bon sous-projet	NC		
Absence d'éléments non attendus	C		
Feuilles et livrables 2D			
Présence des feuilles et livrables 2D demandés et respect de la structuration	C		
Respect de la dénomination/codification des feuilles de livrable	C		
Utilisation du cartouche commun et intégré aux livrables	C		
Classification Uniformat II	CAO		
Fichier IFC exporté			
Structuration IFC	NC		
Géométrie du modèle exporté conforme (complète, bien positionnée)	NC		
Utilisation des bonnes classes IFC	C		
Pièce exportées et présentes	CAO		
Attributs et paramètres exportés	NC		
Apparence des matériaux cohérente	NC		
Absence de doublon dans les paramètres et en langue Française	C		
Vérifier que le nommage des familles est conforme à la charte	CAO		

LEGENDE :

Conforme
(Non bloquant)

C

Non Conforme
(Bloquant)

NC

Conforme avec observation
(A apprécier)

CAO

Non Analysé

/

VISA

Analyse du Modèle	Formule de taux conformité	Visa Final	
Vérifié par :	$Tc = \frac{C+0,5CAO}{Total} \times 100$	Taux de conformité	Conforme
Le :		52,83%	

OBSERVATIONS

ANNEXE 2: Fiche de conformité générale proposée

Vendeur	Produit	Schema	Exigence d'échange	Import / Export	Statut	A débuté	Complété
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	Finished	29/08/2017	09/11/2020
DICAD Systeme GmbH	STRAKON	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	Finished	07/09/2018	02/11/2020
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	Finished	29/08/2017	19/10/2020
Trimble Solutions Corporation	Tekla Structures; ImportSDK (import)	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	Finished	02/10/2017	22/09/2019
GRAPHISOFT SE	ARCHICAD	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	Finished	21/06/2018	05/06/2019
Vectorworks Incorporated	Vectorworks	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	Finished	11/09/2017	17/04/2019
Allplan GmbH	Allplan	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	13/03/2020	
Allplan GmbH	Allplan	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	In Progress	13/03/2020	
GRAPHISOFT SE	ARCHICAD	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	21/06/2018	
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	29/08/2017	
Autodesk	Autodesk Revit	IFC4	MEP Reference Exchange	Export	In Progress	12/08/2020	
Bausoft Informatik AG	Bausoft Haustech-CAD	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	29/04/2019	
cadwork Informatik	cadwork 3D	IFC4	Structural Reference Exchange	Import	In Progress	07/10/2019	
cadwork Informatik	cadwork 3D	IFC4	Structural Reference Exchange	Export	In Progress	07/10/2019	
Data Design System AS	DDS-CAD	IFC4	MEP Reference Exchange	Import	In Progress	20/02/2019	
Data Design System AS	DDS-CAD	IFC4	MEP Reference Exchange	Export	In Progress	20/02/2019	
cadwork Informatik	Lexocad	IFC4	Architectural Reference Exchange	Export	In Progress	22/03/2019	
Magica Group	MagiCAD	IFC4	MEP Reference Exchange	Export	In Progress	04/03/2021	
DICAD Systeme GmbH	STRAKON	IFC4	Structural Reference Exchange	Import	In Progress	07/09/2018	
Trimble Solutions Corporation	Tekla Structures; ImportSDK (import)	IFC4	Structural Reference Exchange	Import	In Progress	02/10/2017	
Vectorworks Incorporated	Vectorworks	IFC4	Architectural Reference Exchange	Import	In Progress	11/09/2017	
TOPSOLID SAS	TopSolid	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	03/06/2019	06/12/2019
NOVA Building IT GmbH	NOVA AVA BIM	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	27/01/2018	11/07/2019
ACCA Software S.p.A	CerTus-HSBIM	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	10/04/2018	25/06/2019
ACCA Software S.p.A	Edificus MEP	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	12/04/2019	25/06/2019
ACCA Software S.p.A	Solarius-PV	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	10/04/2018	25/06/2019

ACCA Software S.p.A	usBIM.code	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	29/09/2017	25/06/2019
ACCA Software S.p.A	usBIM.editor	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	12/04/2019	25/06/2019
CADMATIC	CADMATIC Building	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	22/06/2015	04/03/2019
BEXEL Consulting d.o.o.	Bexel Manager	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	17/08/2017	04/09/2018
VenturisIT GmbH	TRICAD MS	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	19/09/2017	03/09/2018
cadwork	cadwork 3D	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	30/05/2018	31/08/2018
DATAflor AG	DATAflor BIM-MANAGER	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	27/01/2018	28/08/2018
Mc4Software Italia S.r.l.	Mc4Suite	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	25/09/2017	06/08/2018
ACCA Software S.p.A	usBIM.platform	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	10/04/2018	28/06/2018
ACCA Software S.p.A	EdiLus	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	07/07/2017	05/06/2018
Teamsystem S.p.A.	STR Vision CPM	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	31/10/2016	22/02/2018
ACCA Software S.p.A	CerTus-IFC	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	ManTus-IFC	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	PriMus-IFC	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	usBIM.clash	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	usBIM.gantt	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	usBIM.viewer+	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	27/01/2018
ACCA Software S.p.A	CerTus-PN	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	21/11/2017
ACCA Software S.p.A	TerMus	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/09/2017	21/11/2017
Bricsys services	BricsCAD	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	24/02/2016	11/10/2017
ACCA Software S.p.A	EdiLus	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	07/07/2017	24/08/2017
ACCA Software S.p.A	Edificius	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	12/06/2015	31/05/2017

cadwork	Lexocad	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	04/10/2016	23/05/2017
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	05/09/2014	06/01/2017
CadLine Ltd	ARCHLine.XP	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	23/06/2015	08/11/2016
Bricsys services	BricsCAD	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	24/02/2016	14/10/2016
CADMATiC	CADMATiC Electrical and HVAC	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	02/09/2013	11/04/2016
Progman	MagiCad	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	29/04/2010	11/04/2016
CadLine Ltd	ARCHLine.XP	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	23/06/2015	04/04/2016
ACCA Software S.p.A	Edificius	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	12/06/2015	11/03/2016
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	05/09/2014	19/08/2015
Autodesk-R	Autodesk Revit LT	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	17/07/2013	26/07/2015
Autodesk-R	Autodesk Revit MEP	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	06/05/2012	26/07/2015
Autodesk-R	Autodesk Revit Structure	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	09/05/2012	26/07/2015
Autodesk-R	Autodesk Revit Architecture	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	30/04/2010	24/07/2015
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	26/07/2013	22/03/2015
Dlubal Software GmbH	RFEM/RSTAB	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	13/11/2013	09/03/2015
Bentley Systems, Incorporated	AECOSim Building Designer	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	26/07/2013	28/02/2015
Autodesk-A	AutoCAD Architecture	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	08/04/2010	24/02/2015
Glodon Software Company Limited	Glodon Takeoff for Architecture and Structure	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	05/09/2014	12/01/2015
Trimble Germany GmbH	Plancal nova	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	01/07/2010	31/10/2014
Design Data	SDS/2	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	07/02/2011	10/10/2014
Data Design System	DDS-CAD MEP	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	28/04/2010	10/09/2014
Autodesk-R	Autodesk Revit LT	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	17/07/2013	07/07/2014

NEMETSCHEK Allplan GmbH	Allplan	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	27/04/2010	07/05/2014
Solideo Systems	ArchiBIM Server	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	18/07/2013	22/04/2014
Seokyoung Systems Corp.	NaviTouch	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	24/04/2012	13/01/2014
NEMETSCHEK Vectorworks, Inc.	Vectorworks	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	28/04/2010	11/11/2013
Solibri	Solibri Model Checker	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	28/04/2010	30/10/2013
Tekla	Tekla Structures	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	15/03/2010	09/10/2013
GRAPHISOFT	ArchiCAD	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	17/08/2010	20/09/2013
NEMETSCHEK Scia	Scia Engineer	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	13/07/2010	17/09/2013
RIB	RIB iTWO	IFC 2x3	CV 2.0	Import	Finished	31/10/2011	07/09/2013
Autodesk-R	Autodesk Revit MEP	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	Finished	06/05/2012	11/07/2013
Tekla	Tekla Structures	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	15/03/2010	12/06/2013
NEMETSCHEK Vectorworks, Inc.	Vectorworks	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	28/04/2010	30/05/2013
NEMETSCHEK Allplan GmbH	Allplan	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	27/04/2010	16/04/2013
GRAPHISOFT	ArchiCAD	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	17/08/2010	16/04/2013
Autodesk-R	Autodesk Revit Architecture	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	Finished	30/04/2010	16/04/2013
Autodesk-R	Autodesk Revit Structure	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	09/05/2012	16/04/2013
NEMETSCHEK Scia	Scia Engineer	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	Finished	13/07/2010	16/04/2013
AVEVA Solutions Limited	AVEVA E3D Design	IFC 2x3	CV 2.0	Import	In Progress	08/06/2020	
AVEVA Solutions Limited	AVEVA E3D Design	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	In Progress	08/06/2020	
AVEVA Solutions Limited	AVEVA E3D Structural Design	IFC 2x3	CV 2.0	Import	In Progress	08/06/2020	
AVEVA Solutions Limited	AVEVA E3D Structural Design	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	In Progress	08/06/2020	
ACCA Software S.p.A	Edificus MEP	IFC 2x3	CV2.0-MEP	Export	In Progress	12/04/2019	
cadwork	Lexocad	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	In Progress	01/12/2017	
TOPSOLID SAS	TopSolid	IFC 2x3	CV2.0-Arch	Export	In Progress	03/06/2019	
TOPSOLID SAS	TopSolid	IFC 2x3	CV2.0-Struct	Export	In Progress	15/01/2020	
VenturisIT GmbH	TRICAD MS	IFC 2x3	CV 2.0	Import	In Progress	19/09/2017	

ANNEXE 3: Tableau récapitulative des logiciels compatibles à l'IFC2x3 et IFC4

Tableau de correspondance des classes IFC

Nom en français	Entité IFC2x3
Elément de construction non défini	IfcBuildingElementProxy
Cheminée	IfcChimney
Revêtement	IfcCovering
Mur rideau	IfcCurtainWall
Porte	IfcDoor
Plaque	IfcPlate
Garde-corps	IfcRailing
Toiture	IfcRoof
Protection solaire	IfcShadingDevice
Fenêtre	IfcWindow
Mobilier	IfcFurniture
Elément de l'ameublement	IfcSystemFurnitureElement
Equipement de transport	IfcTransportElement
Ouverture	IfcOpeningElement
Cloison	IfcWall
Echangeur air-air	IfcAirToAirHeatRecovery
Chaudière	IfcBoiler
Brûleur	IfcBurner
Refroidisseur	IfcChiller
Bobine	IfcCoil
Condenseur	IfcCondenser
Poutre froide	IfcCooledBeam
Tour de refroidissement	IfcCoolingTower
Moteur	IfcEngine
Refroidisseur évaporatif	IfcEvaporativeCooler
Evaporateur	IfcEvaporator
Echangeur de chaleur	IfcHeatExchanger
Humidificateur	IfcHumidifier
Faisceau tubulaire	IfcTubeBundle
Equipement unitaire	IfcUnitaryEquipment
Diffuseur d'air	IfcAirTerminalBox
Détecteur d'incendie	IfcDamper
Appareil de mesure de débit	IfcFlowMeter
Vanne	IfcValve
Raccord de gaine	IfcDuctFitting
Raccord de tuyauterie	IfcPipeFitting
Compresseur	IfcCompressor
Ventilateur	IfcFan
Pompe	IfcPump
Tronçon de gaine	IfcDuctSegment
Tronçon de tuyauterie	IfcPipeSegment

Réservoir	IfcTank
Entrée ou sortie d'air	IfcAirTerminal
Équipement médical	IfcMedicalDevice
Radiateur	IfcSpaceHeater
Silencieux circulaire	IfcDuctSilencer
Filtre	IfcFilter
Isolation anti-vibratoire	IfcVibrationIsolator
Appareillage de commande	IfcActuator
Alarme	IfcAlarm
Organe de contrôle	IfcController
Instrument d'installation fluides	IfcFlowInstrument
Unité de déclenchement d'équipement de protection	IfcProtectiveDeviceTrippingUnit
Capteur	IfcSensor
Élément de contrôle unitaire	IfcUnitaryControlElement
Générateur électrique	IfcElectricGenerator
Moteur électrique	IfcElectricMotor
Connexion du moteur	IfcMotorConnection
Capteur solaire	IfcSolarDevice
Transformateur	IfcTransformer
Tableau de distribution électrique	IfcElectricDistributionBoard
Élément de contrôle du temps	IfcElectricTimeControl
Équipement de protection	IfcProtectiveDevice
Interrupteur	IfcSwitchingDevice
Raccord de chemin de câble	IfcCableCarrierFitting
Raccord de câble	IfcCableFitting
Boîte de jonction	IfcJunctionBox
Segment de chemin de câble	IfcCableCarrierSegment
Segment de câble	IfcCableSegment
Dispositif de stockage d'électricité	IfcElectricFlowStorageDevice
Appareil audiovisuel	IfcAudioVisualAppliance
Appareil de communications	IfcCommunicationsAppliance
Appareil électrique	IfcElectricAppliance
Lampe	IfcLamp
Fixation de lampe	IfcLightFixture
Prise	IfcOutlet
Bâtiment	IfcBuilding
Niveau	IfcBuildingStorey
Site	IfcSite
Local	IfcSpace
Infrastructure	IfcCivilElement
Appareil terminal d'extinction d'incendie	IfcFireSuppressionTerminal
Équipement sanitaire	IfcSanitaryTerminal
Stockage des déchets	IfcWasteTerminal
Intercepteur	IfcInterceptor
Poutre	IfcBeam
Poteau	IfcColumn
Fondation	IfcFooting

Membre	IfcMember
Pieu	IfcPile
Rampe	IfcRamp
Dalle	IfcSlab
Escalier	IfcStair
Mur	IfcWall
barre d'armature	IfcReinforcingBar
Treillis	IfcReinforcingMesh
Cable	IfcTendon
Ancrage	IfcTendonAnchor

ANNEXE4: Classification IFC2x3



Plateforme de Pilotage Projet & Patrimoine

Mémoire technique

Conception – Exécution – Exploitation

Plateforme Collaborative
Viewer BIM
Data-Room d'exploitation

ANNEXE 5: Mémoire technique SOFYA