

GUIDE D'APPLICATION

BIM

LUXEMBOURG



CRTI·B

CENTRE DE RESSOURCES DES TECHNOLOGIES
ET DE L'INNOVATION POUR LE BÂTIMENT



VERSION 1.0 (07/2017)

Préambule

L'ère de la digitalisation est en plein essor et a désormais pénétrée l'ensemble de nos secteurs d'activités, parmi lesquels celui de la construction. Cette évolution constitue un défi non négligeable que le secteur de la construction est prêt à relever ; et c'est une réelle chance pour ce secteur d'avancer davantage dans l'intégration du numérique dans ses démarches.

Si on parle de « digitalisation » et de « construction », un sujet-clé est incontournable : le « Building Information Modeling », couramment appelé « BIM » qui révolutionnera notre métier, la manière de concevoir un projet et les habitudes de travail d'une manière comparable voire même supérieure à ce que fût l'introduction du « dessin assisté par ordinateur » à partir des années '80.

En effet, le procédé BIM c'est la capacité de créer des plus-values aux différentes étapes d'un projet de construction et d'en optimiser les processus. De cette manière nous arrivons à améliorer la qualité du bâti tout en augmentant l'effectivité des acteurs de la construction et la productivité de tout le secteur. De plus, avec le BIM nous atteindrons à moyen et long terme les objectifs fixés dans le cadre de la Troisième Révolution industrielle, notamment en évoluant vers des bâtiments répondant aux impératifs d'une économie circulaire. Voilà pourquoi, dans le cadre de l'étude Rifkin publié fin 2016, le BIM est désigné comme étant l'un des principaux piliers des futures évolutions dans le domaine de la construction.

La transition vers l'ère du « Digital Lëtzebuerg » présente donc de grandes opportunités qu'il s'agira de saisir. Je suis persuadé que la bonne collaboration entre tous les acteurs constituera un atout majeur et profitera pleinement au développement du secteur de la construction et à plus forte raison à notre pays. Cependant, il ne faut pas perdre de vue qu'une telle évolution technologique ne peut réussir que si elle intègre toutes les parties concernées et pas uniquement la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre, mais aussi les entreprises et en particulier les PME.

C'est pourquoi le CRTI-B (Centre de Ressources des Technologies et de l'Innovation pour le Bâtiment) a créé en 2015 un groupe de travail réunissant l'ensemble des acteurs luxembourgeois de la construction avec pour objectif d'élaborer, dans un travail collaboratif, un document de référence pour la collaboration BIM au Luxembourg. Ce « Guide d'application BIM », proposé au secteur luxembourgeois de la construction, constitue la première étape d'un accompagnement dans l'implémentation du BIM et la transition des entreprises vers le numérique.

J'aimerais enfin en profiter pour remercier tous les partenaires, les institutions et fédérations ainsi que toutes les personnes impliquées dans ce projet pour leur apport, leur travail précieux et leurs efforts qui ont permis de faire du projet « BIM au Luxembourg » un véritable travail collaboratif entre tous les acteurs du secteur, ce qui correspond pleinement à l'esprit du CRTI-B ! Aussi, ce Guide est la preuve que le travail collaboratif, le partage et l'échange des compétences permettent d'avancer de manière optimisée en intégrant un haut degré de qualité et à terme de faire évoluer le secteur dans sa globalité.

Thierry Hirtz
Président du CRTI-B

Sommaire

1	Introduction.....	4
1.1	Objet du guide	4
1.2	Contexte d'élaboration et de mise à jour.....	4
2	Le BIM : ce qu'il faut savoir	5
2.1	Définitions et principes du BIM	5
	Les niveaux de maturité du BIM	6
	« Petit BIM » / « Grand BIM » – « BIM Fermé » / « BIM Ouvert »	7
2.2	Les rôles du BIM	8
	Schéma organisationnel type	8
	Assignation des rôles	10
2.3	Les logiciels et formats du BIM.....	11
	Les logiciels de modélisation et traitement des données.....	11
	IFC (« Industry Foundation Classes ») : le format d'échange « open BIM »	11
	Liens utiles :	11
	BCF (BIM Collaboration Format) : le format de communication autour des maquettes.....	12
	Les plateformes collaboratives (le Common Data Environment)	12
2.4	Les usages du BIM.....	13
2.5	Les « niveaux » d'une maquette numérique BIM	16
3	Mettre en place un projet BIM.....	18
3.1	Formalisation des exigences du MO : le « Project BIM Brief » (PBB).....	18
	Définition des objectifs généraux et des usages du BIM préconisés :	18
	Définition des exigences d'information et des jalons de livraison :	18
	Définition de l'information de référence mise à disposition par le MO :	20
	Définition de l'environnement de données commun (CDE) :	21
	Définition des règles spécifiques concernant la production et l'échange d'information :	21
	Remarques	21
3.2	Formalisation de la proposition par la MOE : le « BIM Execution Plan » (BEP).....	21
	Rappel des objectifs et définition des usages BIM finaux.....	22
	Définition du contexte organisationnel	22
	Définition des échanges d'informations en réponse aux exigences du MO	23
	Définition des moyens (techniques et autres) utilisés en réponse aux exigences du MO	23
	Remarques	23
3.3	Suivi du projet.....	24
3.4	Schéma récapitulatif (workflows).....	24
4	Conclusion	25
5	Références.....	25

6	Glossaire	27
	AIM (Asset Information Model)	27
	AIR (Asset Information Requirements)	27
	BCF (BIM Collaboration Format)	27
	BEP (BIM Execution Plan).....	27
	EIR (Exchange Information Requirements)	28
	IFC (Industry Foundation Class)	28
	Interopérabilité	28
	Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO)	28
	LOD/LOI) - « Level of... »	28
	Maquette numérique	29
	MIDP (Master Information Delivery Plan)	29
	TIDP (Task Information Delivery Plan)	29
	« nD » ou « xD ».....	29
	Niveau du besoin d'informations	29
	Niveau GID	29
	PBB (Project BIM Brief).....	30
	Processus (Workflow).....	30
	PIM (Projet Information Model).....	30
	PIR (Project Information Requirements)	30
7	Annexes	30
8	Remerciements.....	31

1 Introduction

1.1 Objet du guide

Le guide d'application BIM Luxembourgeois a été créé pour donner un cadre de référence commun à tous les acteurs du secteur de la construction. Il est en effet essentiel que tout le monde parle le même langage et soit sur le même pied d'égalité quant à la compréhension de ce qu'est le BIM et ce qu'il induit comme changements dans les projets.

Il se décompose en quatre parties majeures :

- La première partie « Introduction » présente l'objet de ce guide et le contexte de sa conception.
- La deuxième partie « Le BIM : ce qu'il faut savoir » donne les fondements théoriques importants à connaître pour une bonne compréhension du BIM.
- La troisième partie donne les clés pour « Mettre en place un projet BIM » en décrivant les étapes à suivre et par le moyen de modèles de document types (annexes).
- La quatrième partie fait office de « Conclusion » à ce travail et évoque les perspectives.

Ce document propose donc une approche complète qui décrit les concepts importants à retenir dans un premier temps (voir chapitre 2) et les étapes à suivre pour mener à bien un projet BIM (voir chapitre 3). Il est complété par des annexes qui sont soit des sources d'informations complémentaires, soit des modèles de document (Template) « prêts à l'emploi ».

Il est important de noter que ce corpus documentaire n'a aucune valeur normative et reste un travail qui vise à « guider sans contraindre ». Il reste d'ailleurs totalement neutre vis-à-vis des solutions logicielles du marché.

1.2 Contexte d'élaboration et de mise à jour

Le « Guide d'Application BIM Luxembourgeois » et ses annexes sont issus d'un projet qui a fédéré différents représentants du secteur de la construction au travers d'un groupe de travail mené par le CRTI-B. Il puise son contenu dans les références et normes du domaine ainsi que dans l'expérience des différents membres de ce groupe de travail.

Il se base sur un document élaboré par l'OAI, ce qui a permis à ses membres de se préparer à relever le défi posé par le BIM. Dans ce contexte, l'OAI a pu définir le cadre collaboratif au sein de la maîtrise d'œuvre et les interactions avec la maîtrise d'ouvrage dans un projet BIM. Le BIM étant un sujet vaste touchant tous les acteurs du secteur, l'OAI a cédé ses études au CRTI-B afin que le groupe de travail transsectoriel puisse le compléter de façon concertée entre tous les acteurs du secteur au Luxembourg.

Pour rester dans cette même philosophie de représentativité du plus grand nombre, ce travail est voué à encore évoluer avec le temps, en fonction des avancées du domaine mais surtout des retours du secteur.

2 Le BIM : ce qu'il faut savoir

2.1 Définitions et principes du BIM

Le BIM, Building Information Modeling ou « Modélisation des informations de la construction » vise à simplifier la conception, la réalisation et l'exploitation d'un projet de construction ou de rénovation. Il s'agit à la fois d'une « technologie et des processus associés pour produire, communiquer et analyser des modèles de construction » (Eastman, 2011).

La norme ISO 29481-1:2016 le définit ainsi : « l'utilisation d'une représentation numérique partagée d'un objet construit pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation de manière à constituer une base fiable permettant les prises de décision ».

Concrètement, par le biais de la modélisation et la visualisation d'un bâtiment en 3D sous formes d'un catalogue d'objets positionnés dans l'espace et décrits par leurs propriétés, il s'agit de créer une maquette numérique qui supporte :

- La génération de géométriques (plans, coupes, façades) et de vues sans « redessin »
- L'automatisation des différentes mesures et la génération de quantitatifs.
- La confrontation à d'autres maquettes (ex. lors de la combinaison des maquettes Architecture et Ingénierie) pour la vérification de leur concordance.

L'ajout d'informations de différentes natures et par couches successives, s'apparente communément à de nouvelles « dimensions » venant s'ajouter à la 3D :

- La 4D (ajout des temps de mise en œuvre) pour assister la Planification
- La 5D pour la gestion des quantitatifs et des coûts associés (ajout des prix)
- La 6D pour la gestion des aménagements et des biens (ajout des gammes de maintenance)
- Etc.¹

L'utilisation de la maquette numérique n'élimine pas la production et l'échange d'autres documents. La norme ISO/DIS 19650-1 parle de manière plus générique d'un modèle d'information qui désigne à la fois « les modèles géométriques, les données structurées et la documentation », c'est-à-dire des rapports, des cahiers des charges, des données ou des informations sur des systèmes ou composants, des données ou des informations géométriques, etc.

Ce qu'il est important de retenir, c'est que la manipulation des modèles se fait au travers de processus collaboratifs adaptés et autour d'un « environnement de données commun », dépendants eux-mêmes du contexte de projet :

- L'organisation (équipes impliquées, rôles et compétences) : voir 2.2
- Les technologies (outils utilisés, compétences disponibles) : voir 2.3
- Les besoins (conception architecturale, calculs structurels, simulations...) : voir 2.4

Les modèles créés pendant un projet évoluent d'une phase de projet à une autre. On dit qu'ils gagnent en « niveau de détail » : voir 2.5

¹ Un consensus apparaît au niveau des différentes approches pour ce qui est de la définition de 4D et 5D. Au-delà, il n'existe pas de référence universelle : l'ajout d'informations se fait en fonction des besoins, multipliant ainsi les « xD » manipulées (une dimension = 1 information ajoutée (ou un ensemble d'informations)).

Si l'on considère l'entièreté du cycle de vie d'un bâtiment, le BIM se décompose alors en deux modèles d'information :

- Le modèle d'information du projet (PIM pour *Project Information Model*), alimenté par tous les acteurs impliqués dans la réalisation du bâtiment (et ce jusqu'à sa livraison)
- Le modèle d'information de l'actif (AIM pour *Asset Information Model*), alimenté par les acteurs impliqués dans l'exploitation du bâtiment.

Les niveaux de maturité du BIM

La perspective du Luxembourg, au même titre que celle de ses pays voisins, est d'atteindre une maturité BIM de niveau 2 (voir schéma ci-dessous). Il s'agit de définir des processus au cours desquels chaque acteur du projet crée sa propre maquette avec les logiciels qu'il maîtrise puis la partage via des outils adaptés. Cela doit se faire dans le cadre d'une interopérabilité entre les différents logiciels.

Le BIM de niveau 3, à savoir le principe de la maquette unique, s'avère difficile à implémenter (organisationnellement comme techniquement) et n'est pas un objectif à court terme.

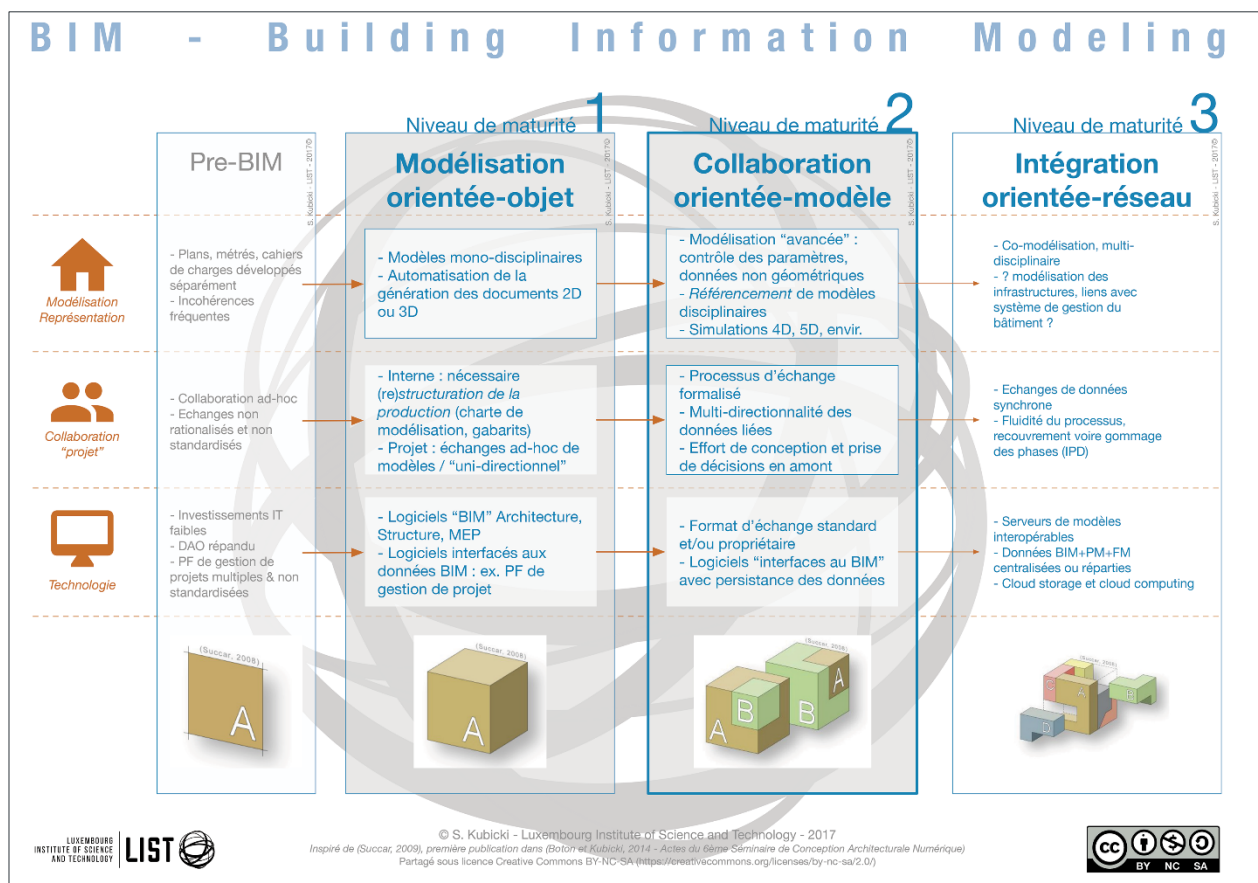


Figure 1. Niveaux de maturité BIM (Kubicki 2015)

« Petit BIM » / « Grand BIM » – « BIM Fermé » / « BIM Ouvert »

Le « petit BIM » est l'ensemble des technologies et des processus en place pour travailler grâce à la maquette numérique dans le but d'effectuer des tâches bien spécifiques et de manière isolée. Le petit BIM est donc le contexte de travail adopté au sein de chaque organisme et dans lequel ils développent leur propre expertise. Il s'agit d'organiser le travail à plusieurs sur base de pratiques établies et respectées quotidiennement.

Le « grand BIM » est l'ensemble des technologies et des processus en place pour collaborer grâce à la maquette numérique dans un contexte multidisciplinaire, typiquement tout au long du cycle de vie d'un projet. L'enjeu est ici de pouvoir intégrer les « petits BIM » de chacun des organismes impliqués de manière fonctionnelle et dépendamment des objectifs afin d'assurer la collaboration entre eux. Le grand BIM est donc quelque chose qui varie et à redéfinir pour chaque projet.

Le « BIM Fermé » (ou *closed BIM*) est assuré par des logiciels d'un même fabricant et qui possèdent donc des fonctionnalités et formats d'échange propriétaires assurant une compatibilité (presque) totale entre eux. Le *closed BIM* est donc à privilégier pour éviter les problèmes d'interopérabilité.

On parle de « BIM Ouvert » (ou *Open BIM*) lorsqu'il s'agit d'utiliser des logiciels issus de fabricants différents et par conséquent d'assurer l'échange de données via des formats d'échanges compatibles et des fonctionnalités d'import/export adaptées. Le format universel normalisé pour l'échange *open BIM* est l'IFC.

Comme le montre le schéma ci-dessous, « Petit - » et « Grand BIM » ainsi que « BIM Fermé » et « BIM Ouvert » sont des concepts qui se combinent et créent quatre contextes de travail différents.

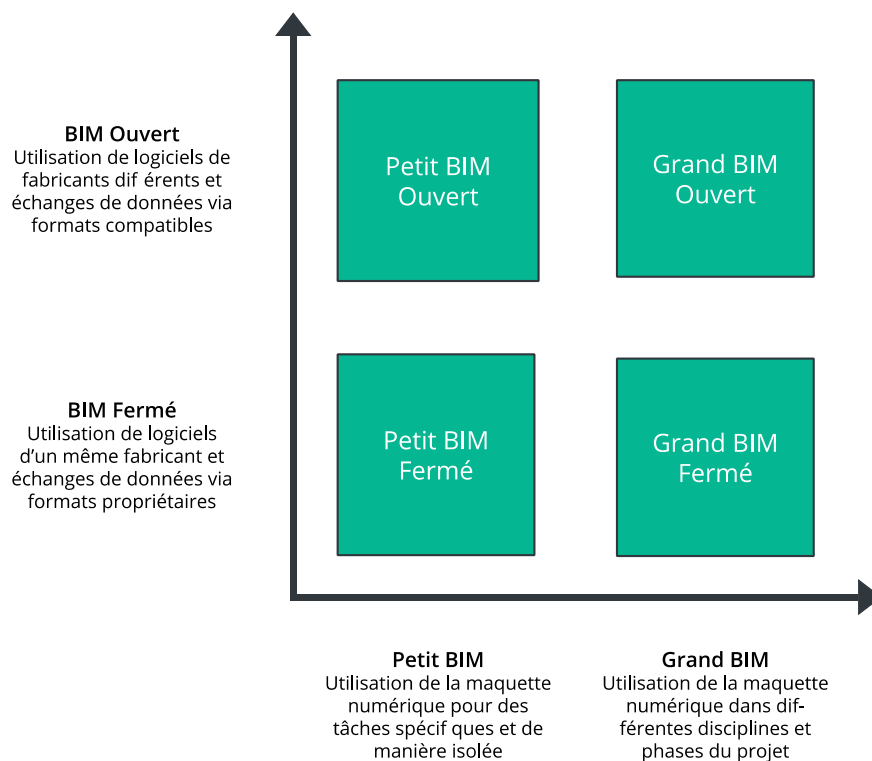


Figure 2. Matrice des contextes BIM, combinaison de Petit BIM / Grand BIM, BIM Fermé / BIM Ouvert

2.2 Les rôles du BIM

Schéma organisationnel type

L'efficacité du BIM implique une maîtrise des outils ET des méthodes qui lui sont propres. Le « BIM Management » d'un projet au sens large, implique des « nouveaux rôles » qui complètent/intègrent l'organisation, que ce soit du côté de la Maîtrise d'Ouvrage ou de la Maîtrise d'œuvre et des entreprises.

Du côté de la maîtrise d'ouvrage :

- Le « Gestionnaire de l'Information » ou *Information Manager* : il formalise les exigences du Maître d'Ouvrage puis vérifie la conformité des informations livrées vis-à-vis de ces exigences (voir 3.1). Il doit donc comprendre les besoins du maître d'ouvrage et être capable de faire les implémentations techniques nécessaires (ex. paramétrage de la plateforme collaborative, vérification des maquettes, etc...)

Du côté des équipes de conception / construction :

- Le « **Modeleur BIM** » ou **BIM Modeler** : il est « l'évolution » du projeteur² et doit à être formé à la maîtrise des outils de dessin 3D tels que *Revit*, *Archicad*, *Allplan*, etc. Il a la responsabilité de fournir un modèle exact géométriquement mais aussi la bonne information en fonction des besoins. C'est donc un profil avant tout « technique » : il devra être formé de manière adéquate (logiciels de modélisation BIM et plateformes collaboratives).
- Le « **Coordinateur BIM** » ou **BIM Coordinator** : il est responsable de la supervision des Modeleurs BIM de son organisme, il vérifie la justesse des modèles (de son organisme), et assure leurs échanges avec les autres organismes. Il doit donc allier compétences techniques et managériales au sein de son activité. Cela implique une bonne maîtrise des outils de modélisation mais aussi de vérification de modèles et de partage/collaboration.
 - Au niveau de la maîtrise d'œuvre, les coordinateurs doivent fournir les livrables coordonnés de l'équipe de conception. A ce titre un « référent » peut être choisi parmi les coordinateurs BIM pour représenter l'équipe de conception auprès du BIM Manager du projet (voir définition ci-dessous) et en être l'interlocuteur principal.
 - Certaines équipes de construction posséderont également des informations numériques à ajouter au projet. A ce titre, ils seront soumis aux mêmes règles que la maîtrise d'œuvre et devront rendre compte au BIM Manager de leur travail sur la maquette numérique.
- Le « **Gestionnaire de projet BIM** » ou **BIM Manager** : il rédige le « BIM Execution Plan » du projet qui régit le projet en conformité avec les exigences du MO. Il en vérifie le respect par la réception des livrables auprès des différents coordinateurs BIM. Le rôle de BIM Manager est à distinguer de celui de chef de projet : ce n'est pas un rôle décisionnel mais plutôt d'audit et conseil. Son champ d'intervention est limité à l'intégrité des maquettes BIM, l'analyse et l'exploitation de celles-ci étant menée par les personnes en charge du projet (OPC synthèse, chef de projet...). Cependant le BIM Manager **doit** avoir de l'expérience avec le projet de construction dans son ensemble pour en comprendre le déroulement des différentes phases.

² Il s'agit ici de qualifier l'acte de « projeter », qui peut aussi bien être entrepris par un architecte, un ingénieur ou un dessinateur.

D'un point de vue technique, il possède les capacités d'analyser une maquette numérique via des logiciels dédiés. Il pourra aussi être amené à apporter un support en tant qu'accompagnateur, par exemple aux différents coordinateurs BIM pour le bon suivi du BEP (paramétrages, etc.) **NB : les tâches du BIM Manager étant variées, il n'est donc pas exclu qu'elles soient dédiées à une « équipe de BIM Management » et non pas à une personne seule.**

Remarque : tous les référentiels n'adoptent pas le même vocabulaire en ce qui concerne la description des rôles. Les termes utilisés ici sont donc un parti pris syntaxique qui paraît cohérent et suit la majorité des référentiels.

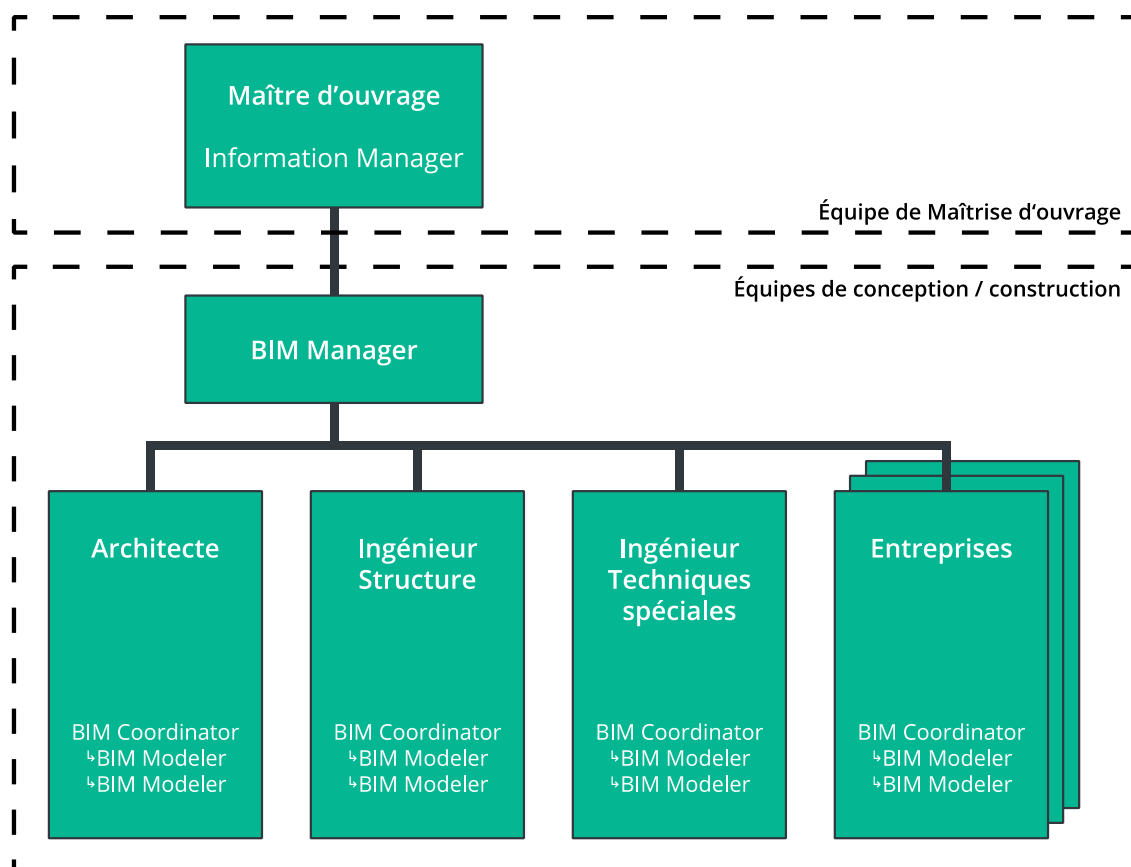


Figure 3. Organigramme type

Assignation des rôles

Les rôles relatifs au BIM sont attribués en fonction des compétences et du contexte du projet.

L'organigramme ci-dessus n'est en aucun cas représentatif d'un cadre contractuel particulier (marchés séparés, groupements d'études, « design & build », ...). Aussi, selon le contexte, les tâches relatives à ces différents rôles pourront être réparties de manière différente. Par exemple, le rôle de BIM Manager pourra être pris en totalité ou en partie par une des équipes de conception. Il peut tout aussi bien être « externalisé » et assuré par un bureau indépendant. Idem pour l'Information Manager côté Maîtrise d'Ouvrage.

	BIM Modeler	BIM Coordinator	BIM Manager	Information Manager
Cadrage des exigences du MO (Project BIM Brief - PBB)			Analyse des exigences dans le PBB pour rédaction du BEP	Rédaction des exigences dans le PBB
Mise en place du projet (BIM Execution Plan - BEP)	Suivi du BEP	Apport de certains inputs nécessaires à la rédaction du BEP. Suivi du BEP.	Rédaction du BEP	Vérification et validation du BEP
Maîtrise des outils de modélisation	Selon les outils de son bureau	Selon les outils de son bureau. Maîtrise des échanges IFC	Bagage technique varié pour apporter son soutien en cas de besoins	Selon les outils du MO
Maîtrise des outils d'échange	Utilisation des outils à l'échelle de son organisme	Utilisation des outils à l'échelle de son organisme	Utilisation et gestion/paramétrage des outils	Utilisation et gestion/paramétrage des outils
Maîtrise des outils de supervision	Utilisations éventuelles pour contrôles de la maquette	Utilisation et gestion/paramétrage des outils (règles de checking interne)	Utilisation et gestion/paramétrage des outils (règles de checking projet)	Utilisation et gestion/paramétrage des outils (règles de checking propres aux besoins du MO)

2.3 Les logiciels et formats du BIM

Les logiciels de modélisation et traitement des données

Afin de créer la maquette numérique, il est nécessaire d'utiliser un logiciel de modélisation qui permette non seulement de dessiner en 3D mais surtout d'identifier et caractériser les objets créés avec différentes informations. Plusieurs logiciels de modélisation existent : ils proposent des fonctionnalités équivalentes même si chacun peut sur certains points se démarquer de ses concurrents. Le format IFC est un format d'échange qui se veut universel pour échanger et travailler sur des modèles, quel que soit le modèleur utilisé.

Aux logiciels de modélisation s'ajoutent d'autres outils qui permettent de manipuler les données BIM, que ce soit pour effectuer des vérifications, des calculs, du reporting, etc.

L'utilisation du BIM n'exempt pas le recours au dessin 2D, notamment pour la réalisation de détails complexes (ex. détail de raccord d'étanchéité, pièces spéciales à intégrer dans un coffrage, coins compliqués pour un ferrailage, etc...). Attention cependant à la manière de procéder : exporter une vue 2D et l'éditer dans un logiciel de dessin permettra de créer le détail voulu mais celui-ci ne sera plus associé à la maquette. Toute modification de l'un n'aura alors plus d'impact sur l'autre. Pour conserver ce lien, il faudra créer ce détail dans le logiciel de modélisation lui-même, par superposition au modèle.

IFC (« Industry Foundation Classes ») : le format d'échange « open BIM »

Le format IFC est un format d'échange créé pour assurer l'interopérabilité entre les logiciels qui permet de décrire de manière universelle les « éléments » qui composent un bâtiment tout au long de son cycle de vie (conception, construction, exploitation) et selon différents points de vue (architecture, structure, thermique, estimatif, etc.). Les IFC sont inclus dans un fichier dont le format est prédéfini selon une norme internationale (STEP) ISO 10303-21.

Par « éléments » on entend les espaces et groupes d'espaces qui structurent le bâtiment (pièce, zone, étage, site, etc.) et les objets qui les définissent et les composent (ouvrages architecturaux, équipements techniques, mobilier, etc.). Pour chaque élément, les propriétés IFC donnent ainsi des indications sur la forme (ou représentation), les informations caractéristiques de l'élément et les relations avec les autres éléments.

Depuis 2013, le format IFC est normé ISO 16739:2013 (« Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries »
(http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51622)

Liens utiles

<http://bimstandards.fr/>

<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm>

<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/index.htm>

BCF (BIM Collaboration Format) : le format de communication autour des maquettes

BCF est un format pour la communication des messages décrivant les problèmes découverts sur la maquette numérique. Il permet de transférer des commentaires relatifs à un objet dans une maquette entre les différents intervenants d'un projet. Grâce au format BCF, les points de vue, les objets sélectionnés, les instantanés et les commentaires sont directement récupérés dans tout logiciel de modélisation pour une modification directe en fonction du problème communiqué.

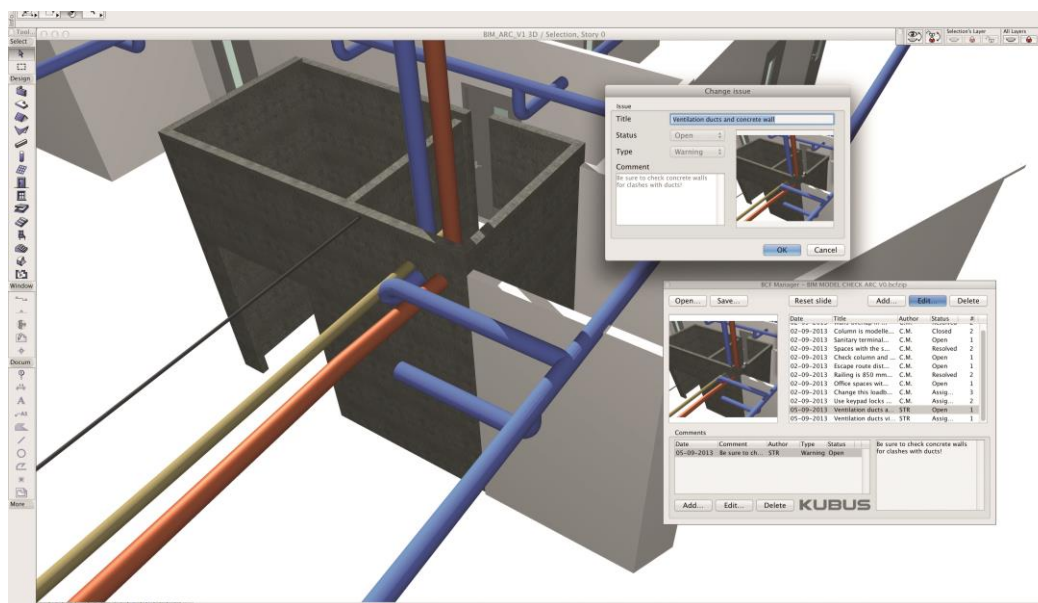


Figure 4. Illustration d'une communication BCF (Solibri Kubus)

Les plateformes collaboratives (le Common Data Environment)

Pour travailler à plusieurs sur les modèles et échanger les documents, il est nécessaire de mettre en place une méthodologie de collaboration adaptée autour d'un « environnement de données commun » (le « common data environment » ou CDE), un référentiel central où sont stockées et liées entre elles les informations relatives aux projets de construction. Le contenu du CDE ne se limite pas aux livrables créés dans un « environnement BIM » : il comprend la documentation, le modèle géométrique et les éléments non géométriques.

Les plateformes collaboratives déjà connues pour l'échange de documents et la gestion de workflows dans le domaine de la construction s'adaptent au partage des modèles et à la visualisation des informations qu'ils contiennent. La centralisation des échanges est primordiale pour que l'information soit bien transmise entre les équipes de projet ET à la maîtrise d'ouvrage. Elle permettra également au BIM Manager d'avoir une vue générale sur l'activité de projet et facilitera sa mission.

Un CDE doit être organisé en espaces de travail qui permettront de faire passer les différents fichiers d'un statut à un autre et d'en donner l'accès aux bonnes personnes selon le besoin. La structuration type d'un CDE pour le partage des maquettes est la suivante :

- Travail en cours : pour les informations en cours de production et les données non vérifiées (un espace par équipe)

- Partagé : pour les informations partagées entre plusieurs équipes de conception/construction qui les utiliseront pour la coordination de leur travail (ex. coordination des maquettes et clash detection) et comme point de base pour la suite du travail (ex. partage de la maquette architecture comme base de travail pour la maquette structure). Dans cette zone, le BIM Manager pourra examiner et approuver la conformité des informations avec le BEP du projet.
 - Cet espace n'est pas visible pour le Maître d'Ouvrage. S'il est nécessaire de diffuser des documents de travail non finalisés au MO, alors il est recommandé d'utiliser un deuxième espace partagé (« partagé avec le Maître d'ouvrage »). Sinon, utiliser l'espace « publié » ci-dessous
- Publié : Les informations ont été validées par le BIM Manager et sont accessibles pour tous les autres parties prenantes. Elles sont utilisées pour générer les livrables du projet (ex. maquettes, plans et autres documents de soumission)
- Archivage : Les données sont archivées lorsqu'elles ne sont plus utilisées mais restent disponibles.

Lors du partage des maquettes il est important d'avoir un contrôle de leur taille. Le cas échéant le travail sur des fichiers trop volumineux pourra être source de problèmes. Les maquettes « Architecture », « Techniques » et « Structure » pourront être divisées si besoin :

- Selon les éléments à modéliser ou par lots (par ex. en séparant le mobilier dans une maquette à part)
- Selon la structure même du projet (par ex. dans le cas d'un projet composé de plusieurs bâtiments : une maquette par bâtiment)

Une autre caractéristique essentielle du CDE est sa capacité à gérer les différentes versions d'un fichier et d'en faire le suivi (possibilité de monitorer leur partage, leur téléchargement, leur mise à jour, etc.).

2.4 Les usages du BIM

Il ne s'agit pas de tout faire avec le BIM, il faut choisir ce pourquoi le BIM va être utilisé pendant le projet et ce dépendamment des spécificités du projet, que ce soit en termes d'objectifs ou de compétences. En d'autres termes il faut définir quels usages du BIM vont être mis en place (voir aussi le document « The uses of BIM » du Penn State CIC : http://bim.psu.edu/Uses/the_uses_of_BIM.pdf ou encore le chapitre 3.4 du « Guide méthodologique de rédaction d'une convention BIM » de Mediaconstruct : <http://www.mediaconstruct.fr/travaux/guide-de-convention-bim>).

Le choix de ces usages est fait lors du début d'un projet et de ces usages découlent les processus de travail mis en place (voir le chapitre 2). Il doit donc être clairement défini et faire l'objet d'un consensus entre toutes les parties prenantes du projet. Les compétences et outils disponibles doivent permettre de mettre en place les usages choisis.

Nous pouvons lister 21 usages types :

1	Programmation Usage du BIM permettant de mettre en lien le programme d'une opération avec les futures maquettes numériques. Cela permet d'intégrer les exigences de la maîtrise d'ouvrage, d'en faciliter la prise en compte par la MOE et de réaliser des contrôles de conformité.
2	Analyse et modélisation de l'existant (site + bâti) Usage consistant à effectuer un relevé numérique précis des différents ouvrages existants et du site pour en créer un modèle fidèle qui servira de point de départ au nouveau projet.
3	Conception architecturale Usage consistant à créer une maquette « architecture » pour la définition des espaces conçus. Cette maquette évoluera tout au long du projet et qui servira de base au travail des ingénieurs lors des études techniques et de structure.
4	Conception des systèmes constructifs Usage consistant à créer une maquette « structure » pour la définition des systèmes constructifs. Cette maquette évoluera tout au long du projet sur base des choix effectués et de l'évolution de la maquette architecture.
5	Conception des systèmes techniques Usage consistant à créer une maquette « techniques spéciales » pour la définition des systèmes techniques. Cette maquette évoluera tout au long du projet sur base des choix effectués et de l'évolution de la maquette architecture.
6	Revue de projet, coordination 3D (« clash detection ») Usage consistant à superposer les maquettes pour avoir une vue du projet dans son ensemble et le faire évoluer au regard des problèmes de coordination qui ressortent alors. La détection des collisions (« clashes ») entre les maquettes fait partie de cet usage.
7	Production des livrables (géométriques, vues, quantitatifs...) Utilisation de la maquette numériques comme base de production des livrables traditionnels d'un projet : plans de toutes sortes, coupes, élévations, perspectives, quantitatifs, etc... Les bordereaux de soumissions pourront aussi être extraits depuis les maquettes numériques.
8	Estimation des coûts Usage consistant à estimer les coûts du projet en liant les quantités extraites de la maquette numérique à une base financière afin de simuler le coût du projet (nécessite une modélisation adaptée à l'extraction des quantités nécessaires)
9	Evaluations / simulations des performances en termes de confort (thermique, luminosité, acoustique...) Usage consistant à simuler à partir de la maquette les futures performances du bâtiment comme les transferts de chaleur, la luminosité ou encore l'acoustique. L'objectif est de vérifier le respect des exigences et de pouvoir modifier la conception en cas de besoin.
10	Evaluations /simulations des performances en termes de stabilité Usage consistant à simuler à partir de la maquette les futures performances du bâtiment comme les transferts de charges et la stabilité des éléments porteurs. L'objectif est de vérifier le respect des exigences et de pouvoir modifier la conception en cas de besoin.
11	Evaluations / simulations de l'impact environnemental du bâtiment Usage consistant à évaluer à partir de la maquette l'impact environnemental du bâtiment au regard des matériaux utilisés, des consommations énergétiques simulées ou encore des opportunités de recyclage lors de la démolition. Il permet aussi par exemple de répertorier les produits potentiellement nocifs.

12	Vérification des normes, Contrôle de conformité à des exigences ou à des contraintes Usage consistant à vérifier sur la maquette la conformité du projet quant aux normes préétablies et réglementaires (ex. accessibilité aux handicapés). Cette vérification se fera l'établissement de règles de contrôle (checking) automatisées
13	Simulation du déroulement de la construction et/ou de la démolition : planification 4D Usage consistant à simuler virtuellement le déroulement du projet par association de la maquette à un planning de type Gantt. Ce planning pourra être préétabli de manière sommaire en phase de conception puis gagner en précision en phase de construction. Couplé à l'usage « estimation des coûts » il permettra de gérer l'avancement financier du chantier.
14	Simulation de la mise en œuvre du chantier de construction et/ou de démolition Usage consistant à simuler virtuellement l'implantation du chantier (ouvrages provisoires, stockage des déchets...) et la logistique nécessaire (approvisionnement, commandes, stocks...) afin d'optimiser à la fois les espaces disponibles, les ressources consommées et les temps de mise en œuvre.
15	Préfabrication Usage consistant à modéliser précisément certains éléments en en définissant les gabarits et les découpes inhérentes à la préfabrication puis à la mise en place sur chantier. L'usage « préfabrication » s'apparente aux usages 13 et 14 de simulation de la construction mais implique un niveau de détail des éléments à préfabriquer plus élevé.
16	Consolidation des maquettes numériques et des documents, maquette numérique définitive Usage consistant à mettre à jour la maquette finale (géométrie + information) et le corpus documentaire associé afin de les livrer au Maître d'Ouvrage comme dossier « As-Built ».
17	Plan prévisionnel de maintenance (définition des gammes de maintenance) Usage consistant à mettre en place un plan de maintenance des différents éléments du bâtiment tout au long de son cycle de vie en exploitant l'information contenue dans la maquette d'exploitation.
18	Analyse des performances effectives de l'ouvrage Usage consistant à compléter la maquette d'exploitation par des valeurs réelles mesurées dans le bâtiment (consommations, températures, luminosité, débits d'air, etc.). Ces valeurs pourront être comparées à celles estimées en phase conception sur base de simulations (cf. usages 9 à 11).
19	Gestion des ouvrages et des équipements (GMAO) Usage consistant à lier une maquette exploitation à un système de GMAO afin d'exploiter l'information qu'elle contient pour planifier et gérer les interventions de maintenance, que ce soit de manière préventive ou corrective. Un lien bilatéral permettra de mettre à jour la maquette à partir des informations recueillies à l'issue des interventions.
20	Gestion des espaces et de leur affectation (occupation, déménagements, etc.) Usage consistant à lier une maquette exploitation à un système de gestion des espaces afin d'exploiter l'information qu'elle contient pour planifier et gérer l'occupation du bâtiment, les déménagements, le mobilier, etc.... Un lien bilatéral permettra de mettre à jour la maquette à partir des informations recueillies à l'issue des changements.
21	Médiatisation du projet (images, vidéos, visites virtuelles, etc.) Usage consistant à utiliser la maquette pour présenter le projet au travers d'images et vidéos afin d'en expliquer les concepts architecturaux et techniques. Moyennant des dispositifs techniques avancés, il pourra être envisagé de mettre en place des visites virtuelles.

2.5 Les « niveaux » d'une maquette numérique BIM

Le concept à la base de « LOD » pour *Level of Development* a beaucoup évolué au fil du temps et de ses interprétations, notamment de par la mise en place des différents guides nationaux dont fait partie le présent « Guide d'application BIM Luxembourgeois ». Aujourd'hui, les « Level of ... » sont ainsi variés et font l'objet de plusieurs définitions différentes – aussi bien qu'on vient à parler d'un concept général de « LoX » (pour plus d'informations à ce sujet, voir l'article « The many faces of 'LOD' »³ de Marzia Bolpagni).

Selon la norme ISO/DIS 19650-1, il convient de définir un « niveau du besoin d'information », c'est à dire la qualité de chaque information à livrer en termes de granularité afin de servir le but pour lequel l'information est exigée, et pas davantage. Il existe alors un certain nombre de grandeurs de mesure, qui peuvent être complémentaires mais indépendantes, mais qui permettent de définir la granularité et le niveau du besoin d'information qu'il convient de définir.

Le niveau proposé dans le présent guide comme le niveau national Luxembourgeois suit cette approche : appelé « niveau GID », il est l'addition de trois niveaux de granularité relatifs à la Géométrie (100/200/300/400/500), à l'Information (10/20/30/40/50) et à la Documentation (1/2/3/4/5).

L'ajout du niveau de documentation en plus des traditionnels « Géométrie & Information »⁴ est une spécificité qui tient compte à la fois des compétences actuelles du secteur et des limites des logiciels disponibles : la possibilité de production du BIM n'étant pas la même pour tout le monde, il faut pouvoir trouver une alternative à la modélisation qui permette de livrer des maquettes « moins détaillées » mais complétées par des documents annexes (détail 2D, photo, référence catalogue, fiche technique, etc.) en fonction des besoins⁵.

Ainsi le concept du GID prend en compte toutes les données nécessaires et partagées au cours d'un projet : « les modèles géométriques, les données structurées et la documentation » (voir 2.1)

De plus, la division en trois parties distinctes a pour intérêt d'offrir une grande flexibilité pour l'ajuster selon les projets. Ainsi, par exemple, s'il est convenu que le niveau GID commun en phase APD est 222, vous pouvez faire varier ponctuellement le niveau de géométrie G de 200 à 300, ce qui donnerait un GID total de 322.

Le tableau ci-après détaille à quoi correspondent ces niveaux et leurs valeurs. Les fiches GID (en annexe à ce document) vous permettront de comprendre à quoi correspondent exactement ces niveaux pour chaque objet à modéliser. Les phases de projet associées à chaque niveau sont des phases de référence : cette association n'est en aucun cas restrictive et pourra varier selon les besoins.

³ <http://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>

⁴ Vous retrouverez souvent ces deux concepts sous l'appellation « LOG : Level of Geometry » et « LOI : Level of Information »

⁵ Les documents à ajouter devront être mis à disposition sur la plateforme collaborative du projet. Un document n'est pas forcément lié à un objet de la maquette en particulier, l'important est que chaque document soit bien nommé et classé pour que l'information qu'il contient soit facilement retrouvée.

	Intentions / Pré-conception (Programmation, APS)	Conception (APD, Approbations)	Soumission (PRO, SOU)	Exécution (Chantier, As-Built)	Exploitation (FM, Démolition)
G (Géométrie)	100	200	300	400	500
	Le niveau 100 est utilisé pour obtenir un modèle « tel que conçu – sommaire » afin de faire valider les premiers choix conceptuels. L'objet est représenté de manière schématique pour évoquer une intention et d'apprécier son gabarit et son emplacement.	Le niveau 200 est utilisé pour obtenir un modèle « tel que conçu – détaillé » afin de faire valider le projet dans son ensemble. L'objet a une représentation permettant de visualiser son gabarit, son emplacement et ses caractéristiques principales sur un géométral en 2D et sur une vue 3D.	Le niveau 300 est utilisé pour obtenir un modèle « tel que prescrit » afin de soumettre le projet en appel d'offre. L'objet a une représentation permettant de visualiser son rendu dans l'espace et certaines de ses caractéristiques techniques spécifiques.	Le niveau 400 est utilisé pour obtenir un modèle « tel qu'à construire » notamment en cas de préfabrication d'éléments ou de détail d'éléments constructifs. L'objet est représenté par une vue réelle incluant ses éléments constitutifs.	Le niveau 500 est utilisé pour obtenir un modèle « tel qu'exploité » qui comprend les modifications du bâtiment pendant son exploitation et ajoute éventuellement une couche graphique utile à la maintenance
I (Information)	10	20	30	40	50
	Les niveaux 10 et 20 sont les informations utiles à l'élaboration des différentes études techniques pendant la conception (10 = sommaire, 20 = détaillée). L'objet possède au minimum un nom, un type et un identifiant. Même s'il n'est pas modélisé (G0), ses dimensions principales sont au moins renseignées. Les informations supplémentaires doivent répondre aussi bien aux besoins de génération des différents livrables que de simulation au cours du processus de conception.		Le niveau 30 permet de soumettre un appel d'offre et d'ainsi transmettre aux soumissionnaires toute l'information nécessaire à la proposition de produits et travaux adaptés. L'objet possède les informations techniques nécessaires et suffisantes pour le choix d'un produit dépendamment de sa nature.	Le niveau 40 donne les informations réelles sur les produits et travaux mis en œuvre. L'objet possède les informations techniques nécessaires à la mise en œuvre du bâtiment, dépendamment de sa nature.	Le niveau 50 apporte toutes les informations relatives à la maintenance, y compris le report des mesures faites in situ, lorsque nécessaires. L'objet possède les informations utiles à son exploitation à savoir les prix relatifs, les dates d'installation, de maintenance, de garantie...
D (Documentation)	1	2	3	4	5
	Les niveaux 1 à 5 reflètent la composition graduelle du corpus documentaire du projet, des premiers schémas de principes aux détails d'exécution et fiches techniques.				
	Tout document reflétant une intention, une exigence, une contrainte	L'objet est associé à un produit identifiable par une photo, un schéma représentatif, ou encore une référence catalogue.	L'objet est associé à un document technique détaillé donnant des informations précises sur lui sans pour autant l'associer à un produit.	L'objet est associé à une ou plusieurs fiches techniques ainsi qu'à des détails et procédures de mise en œuvre relatifs au produit réel. Cette mise en œuvre peut être contrôlée également par des photos et rapports.	Les informations citées ci-dessus sont complétées par tout document lié à l'objet et son installation et pouvant être utile à la gestion du bâtiment (photos d'installation, bons de commande, factures, notes d'installation, carnet d'entretien...).

Remarque : le niveau 0 peut être utilisé pour signifier que rien n'est attendu pour un ou deux des trois paramètres (ex. 300 = un dessin 3D détaillé sans information ajoutée ni documentation, 055 = un cobie)

3 Mettre en place un projet BIM

Ce chapitre décrit la méthodologie de mise en place et suivi d'un projet BIM en s'inspirant des approches similaires et des normes de référence dans le domaine (voir le chapitre 5 « Références »).

Cette méthodologie est complétée par des documents annexes de type « template » qui serviront de base pour formaliser les différentes étapes du processus.

3.1 Formalisation des exigences du MO : le « Project BIM Brief » (PBB)

Le « Project BIM Brief » (PBB⁶) décrit les attentes du Maître d'Ouvrage concernant l'organisation d'un projet BIM. Un modèle de PBB est proposé en annexe de ce document.

La méthodologie de composition d'un PBB se divise en plusieurs thématiques :

Pourquoi ?

- Description des objectifs BIM
- Description des usages du BIM **préconisés / exigés**

Qui ? Quoi ? Quand ?

- Définition du contexte organisationnel **pré-établi du côté Maîtrise d'Ouvrage** (avec une description détaillée des rôles et compétences de chacun)
- Définition des exigences d'information en fonction des jalons (PIR / AIR / MIDP)
- Tableau récapitulatif des niveaux GID **préconisés** par objet et par phase (EIR)
- Autres exigences particulières par phases

Comment ?

- Définition du contexte technique et des moyens d'échanges **préconisés** (Logiciels et formats d'échanges, Convention de nommage, Exigences de modélisation...)
- Définition des ressources disponibles
- Autres exigences particulières

Définition des objectifs généraux et des usages du BIM préconisés

La maîtrise d'ouvrage définit ses objectifs généraux en matière de BIM selon sa propre organisation (stratégie de gestion, budget, règlements, politiques, etc.). Par exemple, il peut seulement avoir comme objectif l'utilisation du BIM pour l'exploitation de son bâtiment et ne pas se préoccuper de la manière dont seront gérées les phases de conception et de construction de son bâtiment.

Il déduit de cette stratégie générale les « usages du BIM » qu'il préconise pour son projet (voir 2.4).

Définition des exigences d'information et des jalons de livraison

A partir des usages qu'elle préconise, la maîtrise d'ouvrage en déduit ses exigences en matière d'information, c'est-à-dire les livrables attendus :

- **pendant la phase de réalisation** pour gérer son projet et prendre des décisions (modèles, plans et autres livrables graphiques pour l'appréciation architecturale du projet ; rapports

⁶ Concept qu'on retrouvera également sous les termes « Employer's Information Requirements » ou « Cahier des charges BIM »

d'études pour l'appréciation des performances du bâtiment ; suivis des plannings ; suivis budgétaires, etc.). On parle alors des **exigences d'information du projet** (« PIR » pour *Project Information Requirement*)

- **pendant l'exploitation** de son bâtiment pour gérer celui-ci. La définition de ces exigences est amorcée en début de projet car une partie des informations devra être livrée au cours du projet (ex. nomenclatures des espaces, description des espaces, données techniques des équipements, informations concernant les garanties, gammes de maintenance, etc...). On parle alors d'exigences d'information de l'actif (« AIR » pour *Asset Information Requirement*)

Il convient d'élaborer un ensemble d'exigences d'information **pour chaque point de décision** au cours du projet, par exemple au terme de chaque phase (APS, APD, etc.) et sur base d'autres jalons intermédiaires. Cela implique de définir un phasage précis du projet. En fonction de ces points de décisions, **la maîtrise d'ouvrage définit les jalons de livraison des informations du projet exigées : le « MIDP » (*Master Information Delivery Plan*)**. Ces jalons de livraison tiennent compte des délais d'analyse qui seront nécessaires à la MO entre la livraison de l'information et la décision.

A partir des PIR et AIR et conformément au MIDP, la maîtrise d'ouvrage est en mesure de définir le bon « niveau du besoin d'information » (voir 2.5) à chaque jalon et qui en sera en responsable. On appelle cette étape « Exigences en matière d'échanges d'information » (« EIR » pour *Exchange Information Requirements*)⁷.

En complément du modèle de PBB nous mettons à disposition le document « GUIDE BIM LUX _ Annexe – EIR & Fiches GID » pour assister cette définition des EIR. Ce fichier contient un premier tableau permettant de choisir le niveau GID par type d'objet modélisé (ex. murs, portes, fenêtres, dalles, etc.)⁸ et par phase (ou jalon), tout en en précisant le responsable.

											JALON 1			JALON 2		
Uniformat Level					Omniclass Level					GID de référence						
1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	Date de livraison			Date de livraison		
											GID	Responsable	Remarques	GID	Responsable	Remarques
-	-	-	-	-	13-	-	-	-	-	-						
A					21-01	00	00	00	00	00						
A 10-					21-01	10	00	00	00	00						
A 10 10					21-01	10	10	00	00	00						
A 10 20					21-01	10	20	00	00	00						
A 20-					21-01	20	00	00	00	00						
A 20 10					21-01	20	10	00	00	00						
A 40-					21-01	40	00	00	00	00						
A 40 10					21-01	40	10	00	00	00						
A 40 20					21-01	40	20	00	00	00						
A 40 30					21-01	40	30	00	00	00						
A 40 40					21-01	40	40	00	00	00						
A 40 90					21-01	40	90	00	00	00						

Termes anglais		Termes français	
SPACE		ESPACE	
SUBSTRUCTURE		Sous-structure	
Foundations		Fondations	
Standard Foundations		Fondations standards	
Special Foundations		Fondations spéciales	
Subgrade Enclosures		Enceinte en sous-sol	
Walls for Subgrade Enclosures		Murs d'enceinte en sous-sol	
Slabs-on-Grade		Dalle inférieure	
Standard Slabs-on-Grade		Dalle inférieure standard (dallage)	
Structural Slabs-on-Grade		Dalle inférieure structurelle (radier)	
Slab Trenches			
Pits and Bases			
SlabOn-Grade Supplementary Components		Composants supplémentaires	

Figure 5. Extrait du tableau des choix des EIR, voir annexe « EIR et Fiches GID »

⁷ Les acronymes PIR, AIR, MIDP et EIR et leurs définitions respectives sont établis par la norme ISO/DIS 19650-1

⁸ La classification choisie pour les objets à modéliser est Uniformat (<http://www.csinet.org/Home-Page-Category/formats/uniformat>). La classification est un procédé d'organisation d'informations de construction basées sur des éléments fonctionnels ou des parties d'une installation caractérisées par leurs fonctions, sans égard aux matériaux et aux méthodes utilisés pour les accomplir. Uniformat est utilisé comme un moyen d'organiser les éléments avant d'en définir le niveau GID. Pour autant, cette classification n'est pas imposée dans la modélisation des maquettes et pourra varier selon les projets.

Les tableaux qui suivent contiennent les « fiches GID » : elles détaillent les bons niveaux d'information⁹ géométrique, d'Information non géométrique et de Documentation pour les différents types d'objets et ce aux différentes phases du projet.

Le contenu des fiches GID est un idéal à atteindre, un niveau jugé « suffisant » à des jalons « communs ». Les phases de projet associées à chaque niveau sont des phases de référence : cette association n'est en aucun cas restrictive et pourra varier selon les besoins. Etant donné la variété des projets il est évident que les cas sont appelés à varier : par conséquent les niveaux GID présentés ne représentent ni un minimum absolu à atteindre ni une limite maximum.

Fiche GID A1010 : Fondations standards

Classification Unifomat :

A				Sous-structure
A	10			Fondations
A	10	10		Fondations Standards
A	10	10	,10	Murs de fondations
A	10	10	,30	Colonnes de fondations
A	10	10	,90	Standard Foundation Supplementary Components

Objets IFC associés :

Murs :	IfcWall
Colonnes :	IfcColumn
Semelles et longrines :	IfcFooting (Pad Footing / Strip Footing)
Autres :	
Ferrillages	IfcReinforcingBar
Réservations	IfcVoidingFeature
Platine	IfcPlate
etc...	...

Figure 6. Extrait 1 d'une fiche GID, voir annexe « EIR et Fiches GID »

NIVEAU D'INFORMATION							Paramètres IFC (4) associés
Elément à informer	Détail	GID X1X	GID X2X	GID X3X	GID X4X	GID X5X	
Ferrailage	Taux de ferrailage estimé (kg /m3)			X	X	X	Pset_ConcreteElementGeneral : ReinforcementVolumeRatio
Matériau	Nom du Matériau de chaque élément ou couche constitutive (selon convention choisie)		X	X	X	X	IfcMaterialLayer/IfcMaterial IfcMaterialProfile/IfcMaterial
élément porteur	identifier si l'élément est porteur (oui/non)	X	X	X	X	X	IfcSlab/Pset_SlabCommon : LoadBearing(=TRUE) IfcColumn/Pset_ColumnCommon : LoadBearing(=TRUE) IfcBeam/Pset_BeamCommon : LoadBearing(=TRUE)
Transmission thermique	U de la dalle		X	X	X	X	IfcSlab/Pset_SlabCommon : ThermalTransmittance

Figure 7. Extrait 2 d'une fiche GID, voir annexe « EIR et Fiches GID »

Définition de l'information de référence mise à disposition par le MO

L'équipe de Maîtrise d'Ouvrage constitue l'information de référence qu'il mettra à disposition des équipes de conception/construction et à laquelle celles-ci devront se conformer :

- Les informations relatives au contexte du projet (site et alentours, bâti existant, normes en vigueur, etc...)
- Les ressources à utiliser telles que les modèles de document, les structures de maquette, les bibliothèques d'objets BIM, les chartes graphiques, les guides, etc...

⁹ Afin de faciliter les échanges, chaque élément décrit est associé à l'objet IFC correspondant et ses propriétés aux propriétés IFC disponibles.

Définition de l'environnement de données commun (CDE)

L'équipe de Maîtrise d'Ouvrage prend en charge l'établissement de l'environnement de donnée commun qui sera utilisé pendant toute la durée du projet pour supporter la production collaborative de l'information. Le CDE respecte les grands principes décrits au chapitre précédent (gestion du nommage, gestion des versions, gestion des états, sécurité, etc.).

Définition des règles spécifiques concernant la production et l'échange d'information

La MO devra formaliser précisément les obligations de chacun concernant la production et l'échange d'information : utilisation du CDE, utilisation des ressources partagées, droits de propriété intellectuelle et réutilisation des données après le projet, etc.

Remarques

- 1/ La répétition des projets des maîtres d'ouvrage peut contribuer à produire un ensemble générique d'exigences qui sera réutilisable sur l'ensemble de leurs projets lors de la rédaction de chaque nouveau PBB.
- 2/ L'équipe de Maître d'Ouvrage devra trouver un équilibre quant à la précision de ces exigences : celles-ci devront être assez précises pour pouvoir cadrer le projet tout en n'étant pas trop restrictives pour le futur travail des équipes de conception / construction.
- 3/ Une partie du PBB (comme par exemple la définition du CDE) pourrait ne pas être définie par le MO et laissée sous la responsabilité des futurs contractants (par engagement contractuel). Tout dépendra de l'implication du Maître d'Ouvrage dans la démarche BIM du projet.

3.2 Formalisation de la proposition par la MOE : le « BIM Execution Plan » (BEP)

Un « BIM Execution Plan » (BEP)¹⁰ décrit la manière dont la collaboration au cours d'un projet BIM s'organise, en conformité avec les exigences du maître d'ouvrage (voir 3.1) mais en prenant compte les spécificités du contexte organisationnel et technologique du projet. En d'autres termes, **il est une version mise à jour et complétée du PBB sur base de la réponse apportée aux exigences du maître d'ouvrage**. Il prend alors une valeur contractuelle et devient le document référence sur lequel chacun pourra s'appuyer à tout moment afin de bien connaître :

- Ce qui est attendu de lui
- Ce qu'il peut attendre des autres

Un modèle de BEP est proposé en annexe : « Modèle de BEP »

C'est à la personne qui assure le rôle de **BIM Manager** (voir 2.2) dans le projet qu'incombe la responsabilité de créer, gérer et diffuser ce document. Il doit être mis à jour au fur et à mesure du déroulement du projet et doit faire l'objet d'un consensus.

¹⁰ Différentes autres nominations sont utilisées pour ce type de document dont notamment « BIM Management Plan », « BIM Protocol » ou encore « Convention BIM »

Remarque : si l'appel d'offre l'exige, une première version du BEP devra être créée avant la passation de contrat pour la mission de BIM Manager. On parle alors d'un BEP pré-contrat. La proposition du BIM Manager remportant la mission sera ensuite complétée pour devenir le BEP du projet (post-contrat).

La méthodologie de composition d'un BEP suit donc les mêmes thématiques que le PBB tout en le complétant par les directives qui seront **réellement mises en place** lors du projet :

Pourquoi ?

- Description du projet
- Description des **usages du BIM finaux** à mettre en place

Qui ? Quoi ? Quand ?

- Définition du **contexte organisationnel complet** (avec une description détaillée des rôles et compétences de chacun)
- **Planning récapitulatif des différents jalons et livrables attendus**, intégration des livrables intermédiaires (TIDP)
- **Processus de travail** et d'échanges en fonction des usages et des jalons
- **Tableau récapitulatif des niveaux GID** finaux par objet et par jalon / phase (EIR)

Comment ?

- Définition du contexte technique et des **moyens d'échanges finaux** (Logiciels et formats d'échanges, Convention de nommage, Exigences de modélisation, etc.)
- Autres spécificités à respecter (ex. modalités de checking des maquettes, géoréférencement, taille des modèles, etc.)

Le suivi de ces trois étapes se fait conjointement et de manière itérative jusqu'à la fin du projet. Toute décision doit faire l'objet d'un consensus.

Rappel des objectifs et définition des usages BIM finaux

Les informations générales concernant le projet sont directement issues des informations de références mises à disposition par l'équipe de Maîtrise d'Ouvrage.

Il est nécessaire ensuite de préciser les usages qui vont être mis en œuvre. Ici aussi c'est selon les exigences du MO (usages préconisés) que les usages définitifs seront déterminés. Pour chaque usage, il est conseillé de définir un **processus de travail et d'échange (workflow)** qui décrira précisément dans quel ordre seront effectuées les tâches, par qui et où seront placés les différents jalons (de vérification, de livraison, etc.).

Définition du contexte organisationnel

Tout organisme impliqué dans le projet doit être connu et identifié. Outre les informations générales (nom, coordonnées, rôle, etc.) il est nécessaire de décrire les logiciels utilisés. Pour chaque organisme identifié, il est nécessaire d'identifier les acteurs (ou groupes d'acteurs) par leurs rôles (dont « BIM Manager », « BIM Coordinator » et « BIM Modeler »), leurs responsabilités et leurs compétences.

Remarque : dans le cas d'un BEP pré-contrat, les équipes décrites sont les équipes remettant offre connues. Ensuite, il s'agit ici de faire état de la situation une fois que les sociétés et personnes sont contractuellement engagées. Cela implique que l'évaluation et la vérification de leurs compétences avant engagement aura déjà été faite. Si des lacunes devaient toutefois être évaluées au cours du projet, des dispositions devront être prises (support externe, formation, etc.)

Définition des échanges d'informations en réponse aux exigences du MO

La planification finale des livrables et les échanges d'informations proposés par les équipes de conception/construction doivent tenir compte des exigences d'échanges d'informations (EIR) du Maître d'Ouvrage. Pour autant, ils peuvent être différents et doivent faire l'objet d'un consensus entre toutes les parties prenantes. **Ils dépendront en effet des capacités de chacun (en termes de compétences et de logiciels) à fournir ces informations et ne doivent pas constituer un frein au projet.**

Concrètement, il s'agit de « **mettre à jour** » :

- Le planning général des livrables (*Master Information Delivery Plan*) en planning détaillé (« TIDP » pour *Task Information Delivery Plan*¹¹)
- **Les EIR du Maître d'ouvrage** avec les niveaux de détail GID qui seront réellement mis en place aux différents jalons et les bons responsables (cf. annexe « EIR & Fiches GID »)

Définition des moyens (techniques et autres) utilisés en réponse aux exigences du MO

- Le BIM Manager précise toutes les **modalités de livraison de l'information, toujours en conformité avec les exigences du MO**, telles que :
 - La convention de nommage des fichiers pour le projet
 - Les formats dans lesquels seront échangés les fichiers entre les intervenants
 - Les règles générales de modélisation (taille maximale, découpage des modèles, classification, géo-référencement du projet, unités de mesures, etc...)
 - Les vérifications qui seront mises en place
 - L'utilisation du CDE

Remarques

1/ Le respect du BEP final (post-contrat) doit faire l'objet d'un **engagement contractuel**. Aussi il doit faire l'objet d'un **consensus entre toutes les parties prenantes** qui ne seront donc pas libres à tout moment « d'arrêter » par manque de compétence ou manque de moyens financiers (licences logiciels, formations, etc.).

2/ **Le BEP doit être mis à jour à chaque changement** concernant les éléments qu'il contient. Il est **disponible à tous les collaborateurs** via le CDE du projet.

¹¹ L'acronyme « TIDP » et sa définition, au même titre que « MIDP », sont établis par la norme ISO/DIS 19650-1

3.3 Suivi du projet

Le « BIM Manager » du projet est responsable du bon respect du BEP. Il est conseillé de tenir des réunions de coordination régulières (qu'elles soient spécifiquement dédiées au BIM ou pas) et de mettre en place un document de suivi qui permettra une supervision du projet par les actions à entreprendre, entre chaque jalon et pour chaque société impliquée.

Nous proposons un modèle de document de suivi en annexe : « Fiche de suivi BIM »

Les actions à identifier sont de différentes natures, comme par exemple :

- **Management** : pour régler un problème organisationnel ou administratif
- **Rappel d'un livrable à diffuser** : à partir de la planification des livrables établie dans le BEP.
- **Information à compléter/fournir** : que ce soit une information Géométrique, non géométrique ou de la documentation externe
- Etc.

En fonction des évaluations, il est recommandé d'annexer à ces fiches de suivi des rapports complémentaires pour :

- Détailler de manière plus explicite une non-conformité identifiée
- Proposer une solution formalisée (technique ou organisationnelle) qui soit directement exploitable en cas de blocage mais aussi pérenne pour des cas similaires futurs.

Au terme d'une phase (ou d'un jalon intermédiaire), une évaluation finale est menée sur base des maquettes et des livrables pour que le BIM Manager atteste du respect du BEP et acte le passage à la phase suivante. Le document de suivi est alors clôturé et un nouveau est créé.

3.4 Schéma récapitulatif (workflows)

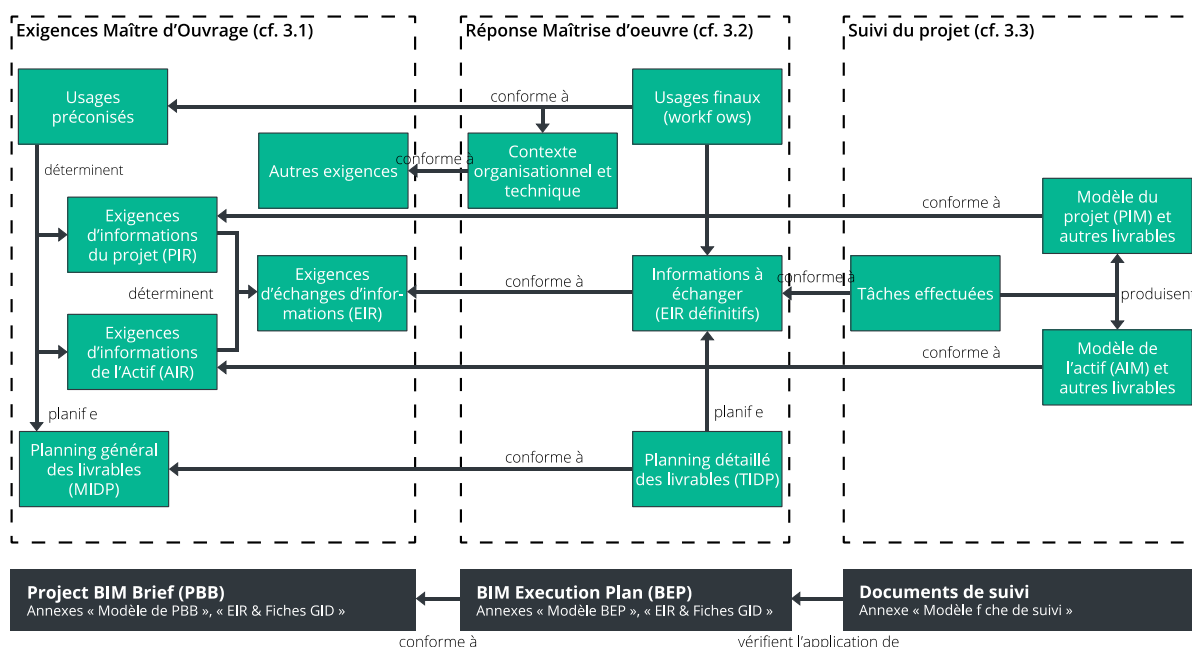


Figure 8. Schéma récapitulatif des processus

4 Conclusion

Les différents éléments qui vous ont été présentés dans ce guide fournissent un cadre de référence que vous pourrez utiliser pour mettre en place un projet BIM.

Comme évoqué en introduction, ce cadre de référence n'a aucune valeur normative. Il est de la responsabilité de chacun de se l'approprier, de l'éprouver et de le faire coller à ses propres besoins. Chaque acteur du secteur est encouragé à s'engager dans la voie du BIM et à contribuer par ses retours d'expériences à l'essor du « centre de compétences BIM » mis en place par le CRTI-B.

Pour aller plus loin, une dernière annexe nommée « Bonne pratiques collaboratives BIM » détaille le déroulement des phases de projet (de la programmation à la l'exploitation) tel qu'elles sont communément menées en utilisant le BIM. Cette annexe vous aidera à mieux comprendre les détails de la collaboration entre la maîtrise d'œuvre, la maîtrise d'ouvrage et les entreprises dans le respect de la méthodologie BIM.

5 Références

Références bibliographiques et guides

Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston (2011). « **BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors** », **2nd Edition** » ; ISBN 978-0-470-54137-1

Ralph G. Kreider and John I. Messner (2013). « **The Uses of BIM: Classifying and Selecting BIM Uses** ». Version 0.9, Septembre, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA.
<http://bim.psu.edu>

Marzia Bolpagni (2016). « **The Many Faces of 'LOD'** »
<http://www.bimthinkspace.com/2016/07/the-many-faces-of-lod.html>

NATSPEC // Construction Information (2011/2016). « **NATSPEC National BIM Guide** ». Construction Information Systems Limited
<http://bim.natspec.org/documents/natspec-national-bim-guide>

Computer Integrated Construction Research Group, Pennsylvania State University (2010). « **BIM Project Execution Planning Guide** ».
<http://bim.psu.edu/>

BIMforum (2016). « **Level of Development Specification** ».
<http://bimforum.org/lod/>

Construction Industry Council (2011) « **BIM PROTOCOL** ».
<http://www.bimtaskgroup.org/bim-protocol/>

Mediaconstruct (2016). « **Guide méthodologique pour des conventions de projets en BIM** ».
<http://www.mediaconstruct.fr/travaux/guide-de-convention-bim>

Plan Transition Numérique dans le Bâtiment (2016). « **Guide de recommandations à la Maîtrise d'Ouvrage** ».
<http://www.batiment-numerique.fr/uploads/DOC/PTNB%20-%20Guide%20Methodo%20MOA.pdf>

ADEB-VBA (2015). « **Belgian Guide for the construction Industry** ».
<http://adeb-vba.be/the-guide-to-bim.pdf>

Normes

BS 1192:2007 + A2:2016. "Collaborative production of architectural, engineering and construction information. Code of practice". <http://bim-level2.org/en/standards/downloads/>

PAS 1192-2:2013. "Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling". <http://bim-level2.org/en/standards/downloads/>

PAS 1192-3:2014. "Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling (BIM)". <http://bim-level2.org/en/standards/downloads/>

ISO 16739:2013. "Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries". http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=51622

ISO 29481-1:2016. "Building information models -- Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format". <https://www.iso.org/standard/60553.html>

ISO 29481-1:2016. "Building information models -- Information delivery manual -- Part 2: Interaction framework". <https://www.iso.org/standard/55691.html>

ISO/DIS 19650-1 [DRAFT]. "Organization of information about construction works — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles"

ISO/DIS 19650-2 [DRAFT]. "Organization of information about construction works — Information management using building information modelling — Part 2: Delivery phase of assets"

Autres liens utiles

<https://bimdictionary.com/>

<http://bimstandards.fr/>

<http://objectif-bim.com/>

<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm>

<http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4/final/html/index.htm>

6 Glossaire

Pour compléter le glossaire ci-dessous, n'hésitez pas à vous référer au site bimdictionary.com qui recense les termes et définitions des différentes directives et normes.

AIM (*Asset Information Model*)

Le modèle d'information de l'actif désigne « les modèles géométriques, les données structurées et la documentation » échangés pendant l'exploitation du bâtiment.

AIR (*Asset Information Requirements*)

Les exigences d'information de l'actif (AIR pour *Asset Information Requirement*) sont les livrables demandés par le MO pendant l'exploitation de son bâtiment pour gérer celui-ci (ex. nomenclatures des espaces, description des espaces, données techniques des équipements, informations concernant les garanties, gammes de maintenance, etc.).

BCF (*BIM Collaboration Format*)

BCF est un format pour la communication des messages décrivant les problèmes découverts sur la maquette numérique. Il permet de transférer des commentaires relatifs à un objet dans une maquette entre les différents intervenants d'un projet.

BEP (*BIM Execution Plan*)

Le *BIM Execution Plan* (BEP) est une version mise à jour et complétée du PBB sur base de la réponse apportée par l'équipe de MOE. Il prend alors une valeur contractuelle et devient le document référence sur lequel chacun pourra s'appuyer à tout moment afin de bien connaître ce qui est attendu de lui et ce qu'il peut attendre des autres. La méthodologie de composition d'un BEP suit donc les mêmes thématiques que le PBB tout en le complétant par les directives qui seront réellement mises en place lors du projet :

- Description du projet et usages du BIM finaux à mettre en place
- Définition du contexte organisationnel complet (avec une description détaillée des rôles et compétences de chacun)
- Planning récapitulatif des différents jalons et livrables attendus, intégration des livrables intermédiaires (TIDP)
- Processus de travail et d'échanges en fonction des usages et des jalons
- Tableau récapitulatif des niveaux GID finaux par objet et par jalon / phase (EIR)
- Définition du contexte technique et des moyens d'échanges finaux (Logiciels et formats d'échanges, Convention de nommage, Exigences de modélisation...)
- Autres spécificités à respecter (ex. modalités de checking des maquettes, géoréférencement, taille des modèles, etc.)

EIR (*Exchange Information Requirements*)

Les « Exigences en matière d'échanges d'information » (EIR pour *Exchange Information Requirements*) constituent la définition du bon « niveau du besoin d'information » à chaque jalon et de qui en sera en responsable.

IFC (*Industry Foundation Class*)

Le format IFC est un format d'échange créé pour assurer l'interopérabilité entre les logiciels qui permet de décrire de manière universelle les « éléments » qui composent un bâtiment tout au long de son cycle de vie (conception, construction, exploitation) et selon différents points de vue (architecture, structure, thermique, estimatif, etc.). Les IFC sont inclus dans un fichier dont le format est prédéfini selon une norme internationale (STEP) ISO 10303-21.

Interopérabilité

Possibilité de communication, d'exécution de programmes ou de transfert de données entre les différents logiciels manipulant la maquette numérique, de telle manière que l'utilisateur n'ait que peu ou pas besoin de connaître les caractéristiques propres à chaque logiciel utilisé par les autres intervenants.

Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO)

Une GMAO sert à assister les services relatifs à la maintenance d'un bâtiment comme la gestion des équipements (inventaire, localisation, informations techniques), la gestion des tâches de maintenance (corrective ou préventive), la gestion de la sécurité des installations pour les travaux de maintenance, la gestion des achats et des stocks, la gestion du personnel et de leur planning d'activité. Certaines des informations nécessaires à ces services (par exemple les informations sur les équipements et leur localisation) peuvent être extraites d'une maquette numérique.

LOD/LOI - « *Level of...* »

C'est en 2004 que l'acronyme « LOD » a été utilisé pour la première fois. Il signifiait alors « Level of Detail » et établissait la fiabilité progressive de l'information sur une période de temps.

En 2008, l'AIA (*American Institute of Architects*) créait le « BIM Protocol » qui deviendra alors le document de référence à travers le monde et introduisait 5 niveaux (100 à 500) de « LOD », un même acronyme pour une définition différente : *Level of Development*.

Chaque pays a pu s'approprier ce concept et créer ses propres spécifications. Parmi les plus connues et reconnues, l'approche anglo-saxonne (formalisée dans la norme PAS1192-2, publiée en 2013) parle d'un *Level of Definition* dont la valeur évolue de 1 à 7 et qui se décompose en deux sous-niveaux : le « LOD » (*Level of Detail*, pour le contenu graphique) et le « LOI » (*Level of Information*, pour le contenu non graphique).

Aujourd'hui, des normes ISO sont en cours de rédaction pour homogénéiser ces approches. Elles introduisent notamment le concept plus générique de *Level of Information Need* ; « Niveau du besoin d'information » (voir définition dans ce glossaire)

Maquette numérique

Les maquettes sont les fichiers numériques géométriques, produits et alimentés pour la conception, l'exécution et la gestion du bâtiment. Elles permettent la visualisation, le contrôle, la simulation (thermique, acoustique, etc.) ou encore l'extraction de quantités et de livrables informés.

MIDP (*Master Information Delivery Plan*)

Planning général de livraison des différentes informations (livrables) attendues par le MO aux différentes phases du projet.

TIDP (*Task Information Delivery Plan*)

Planning détaillé de livraison des différentes informations (livrables) entre les membres de l'équipe de projet et à jalons de livraisons spécifiques (décomposition du MIDP).

« nD » ou « xD »

L'ajout d'informations de différentes natures et par couches successives à un modèle 3D s'apparente communément à de nouvelles « dimensions » :

- La 4D (ajout des temps de mise en œuvre) pour assister la Planification
- La 5D pour la gestion des quantitatifs et des coûts associés (ajout des prix)
- La 6D pour la gestion des aménagements et des biens (ajout des gammes de maintenance)
- Etc.

Un consensus apparaît au niveau des différentes approches pour ce qui est de la définition de 4D et 5D. Au-delà, il n'existe pas de référence universelle : l'ajout d'informations se fait en fonction des besoins, multipliant ainsi les « xD » manipulées (une dimension correspond à une information ajoutée (ou un ensemble d'informations)).

Niveau du besoin d'informations

Le niveau du besoin d'informations définit la qualité de chaque information à livrer en termes de granularité afin de servir le but pour lequel l'information est exigée, et pas davantage. Il existe alors un certain nombre de grandeurs de mesure, qui peuvent être complémentaires mais indépendantes, mais qui permettent de définir la granularité et le niveau du besoin d'information qu'il convient de définir.

Niveau GID

Le niveau GID est le niveau du besoin d'information défini et adopté au Luxembourg : il est l'addition de trois niveaux de granularité relatifs à la Géométrie (100/200/300/400/500), à l'Information (10/20/30/40/50) et à la Documentation (1/2/3/4/5). Ainsi le concept du GID prend en compte toutes les données nécessaires et partagées au cours d'un projet : les modèles géométriques, les données structurées et la documentation.

PBB (*Project BIM Brief*)

Le *Project BIM Brief* (PBB) décrit les attentes du Maître d'Ouvrage concernant l'organisation d'un projet BIM. Les thématiques abordées sont :

- Description des objectifs BIM et des usages du BIM préconisés / exigés
- Définition du contexte organisationnel préétabli du côté Maîtrise d'Ouvrage (avec une description détaillée des rôles et compétences de chacun)
- Définition des exigences d'information en fonction des jalons (PIR / AIR / MIDP)
- Tableau récapitulatif des niveaux GID préconisés par objet et par phase (EIR)
- Définition du contexte technique et des moyens d'échanges préconisés (Logiciels et formats d'échanges, Convention de nommage, Exigences de modélisation...)
- Définition des ressources disponibles
- Autres exigences particulières

Processus (*Workflow*)

Un processus est une suite de tâches de production ponctuées par des échanges d'informations (dont les livrables) et des étapes de validation. La formalisation d'un processus permet de structurer les tâches des différents acteurs et d'en évaluer le bon déroulement.

PIM (*Project Information Model*)

Le modèle d'information du projet désigne « les modèles géométriques, les données structurées et la documentation » échangés pendant la réalisation du projet.

PIR (*Project Information Requirements*)

Les exigences d'information du projet (PIR pour *Project Information Requirements*) sont les livrables demandés pendant la phase de réalisation par le Maître d'ouvrage pour gérer son projet et prendre des décisions (modèles, plans et autres livrables graphiques pour l'appréciation architecturale du projet ; rapports d'études pour l'appréciation des performances du bâtiment ; suivis des plannings ; suivis budgétaires, etc.).

7 Annexes

Guide d'accompagnement BIM Luxembourg – EIR & Fiches GID

Guide d'accompagnement BIM Luxembourg – Modèle de PBB

Guide d'accompagnement BIM Luxembourg – Modèle de BEP

Guide d'accompagnement BIM Luxembourg – Modèle de Fiche de suivi

Guide d'accompagnement BIM Luxembourg – Bonnes pratiques collaboratives BIM

8 Remerciements

Le « Guide d'application BIM » découle de l'étroite collaboration d'un groupe de travail d'experts de la construction au Luxembourg. Le CRTI-B tient à remercier tous ses partenaires et toutes les personnes impliquées pour leur engagement et pour leur apport.

PARTENAIRES DU CRTI-B ET PARTICIPANTS AU GROUPE DE TRAVAIL



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration des bâtiments publics



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Administration des ponts et chaussées



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère du Développement durable
et des Infrastructures

Département des travaux publics



RÉDACTEURS & CONSEILLERS TECHNIQUES



PARTENAIRES ASSOCIÉS



AVEC LE SOUTIEN DE



UNION EUROPÉENNE
Fonds européen de développement régional



Digital
Luxembourg