mission
interministérielle
pour la qualité
des constructions
publiques

La qualité s'invente et se partage

Guider
2

BIM et maquette numérique

Guide de recommandations à la maîtrise d'ouvrage dans le domaine du bâtiment - Construction neuve et réhabilitation

TOME 2

PLANBIM
Généraliser l'usage du numérique dans le bâtiment

mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques

La qualité s'invente et se partage

Guider 2

BIM et maquette numérique

Guide de recommandations à la maîtrise d'ouvrage dans le domaine du bâtiment - Construction neuve et réhabilitation

TOME 2

PLANBIM
Généraliser l'usage du numérique dans le bâtiment

Directeurs de la publication : **Yves Laffoucrière, Christian Romon**
Rédaction : **Christian Romon, Gérard Lamour** pour la version initiale, **Florian Laurençon** pour la nouvelle version
Conception graphique : **Creakoka**

Plan BIM
Secrétariat Technique
DGALN/DHUP/QC3
92055 La Défense Cedex
https://plan-bim-2022.fr/

Version initiale, juillet 2016
Version révisée, avril 2024
N° ISBN : 978-2-11-152059-2

Mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques

92055 La Défense cedex
www.miqcp.gouv.fr

ANNEXE V EXEMPLES DE DOCUMENTS ÉLABORÉS PAR LA MAÎTRISE D'OUVRAGE 5

Le cahier des charges BIM de 3F – Groupe Action Logement 6
1 Présentation du document 12
2 Objectifs et usages BIM 12
3 Management de projet 14
4 Jalons et livrables 17
5 Exigences techniques 23
6 Exigences fonctionnelles 25

La charte BIM de la Société du Grand Paris 32
I La démarche BIM, un lien entre les acteurs du Grand Paris Express 50
II Organiser et structurer la démarche 55
III Les fondamentaux du BIM à la Société du Grand Paris 64
IV Annexe 1 : documents de références, normes et partenariats 70
V Annexe 2 : glossaire BIM, définitions, sigles et acronymes 74

ANNEXE VI LE GUIDE D'APPLICATION BIM LUXEMBOURGEOIS 91
1 Introduction 96
2 Le BIM : ce qu'il faut savoir 96
3 Mettre en place un projet BIM 109
4 Conclusion 116
5 Références 116
6 Glossaire 117
7 Annexes 120
8 Remerciements 120

ANNEXE VII LIENS VERS LES LIVRABLES DU PLAN BIM 124

ANNEXE VIII BIBLIOGRAPHIE 125

Lettre de mission 126

Remerciements 131

ANNEXE V

EXEMPLES DE DOCUMENTS ÉLABORÉS PAR LA MAÎTRISE D'OUVRAGE

© Chatillon Architectes

CAHIER DES CHARGES POUR LA CONCEPTION DES LOGEMENTS SOCIAUX

Opération de construction neuve de xx logements à yy
Programme XXXXL

Référence : 3F-M02-01-24-DT - Version 3.0 – Janvier 2021

CONTACT	DIRECTION / FILIALE
Nadège MOREL	DCIF 75 – 93 DCIF 92 – 94 DGRDI 75 – 78 – 92 – 94 3F RÉSIDENCES 3F NOTRE LOGIS IMMOBILIÈRE BASSE SEINE 3F GRAND EST IMMOBILIÈRE ATLANTIC AMÉNAGEMENT CLAIRSIENNE
Renaud HERZOG	DCIF 77 – 91 DCIF 78 -95 DGRDI 77 – 91 – 93 – 95 DA 3F CENTRE VAL DE LOIRE IMMOBILIÈRE RHÔNE ALPES 3F SUD 3F OCCITANIE

VERSION	DATE	MODIFICATION
1.0	Mai 2016	Version initiale
2.0	Janvier 2019	Refonte de la version 1.0
2.1	Février 2019	Ajout d'un livrable supplémentaire « Prescriptions BIM en exécution » Précisions apportées sur le témoin virtuel
3.0	Janvier 2021	Refonte de la version 2.1

1 PRÉSENTATION DU DOCUMENT 12
- 1.1 Objet du document 12
- 1.2 Domaine d'application 12
- 1.3 Portée contractuelle 12
- 1.4 Limite d'application 12
- 1.5 Propriété des données 12

2 OBJECTIFS ET USAGES BIM 12
- 2.1 Programme de l'opération 12
- 2.2 Objectifs BIM de l'opération 13
- 2.3 Usages BIM de l'opération 13

3 MANAGEMENT DE PROJET 14
- 3.1 Équipe de maîtrise d'ouvrage 14
- 3.2 Méthode 14
- 3.3 Logiciels 15
- 3.4 Équipement informatique 17

4 JALONS ET LIVRABLES 17
- 4.1 Consultation de maîtrise d'œuvre 17
- 4.2 Lancement de la conception 17
- 4.3 Revue de projet AVP (usages 1 et 2) 18
- 4.4 Revue de projet PRO (usages 1, 2 et 3) 20
- 4.5 Préparation du DCE (usage 4) 21
- 4.6 Bilan de la phase de conception 23

5 EXIGENCES TECHNIQUES 23
- 5.1 Plans et documents graphiques 23
- 5.2 Format des maquettes 23
- 5.3 Nommage des maquettes 24
- 5.4 Taille des maquettes 24
- 5.5 Géo référencement 24
- 5.6 Unités 25

6 EXIGENCES FONCTIONNELLES 25
- 6.1 Règles de modélisation 25
- 6.2 Spécification des données 26
- 6.3 Règles de nommage 27
- 6.4 Utilisation de la classification 27
- 6.5 Contrôle de la maquette 27

Matrice des exigences

La maîtrise d'ouvrage a établi la matrice qui suit pour déterminer les exigences techniques, fonctionnelles et organisationnelles attendues à chaque étape de projet. Elles sont présentées de façon synthétique ici et spécifiées dans le corps du présent cahier des charges.

N°	CHAPITRE	EXIGENCE
01	3-MANAGEMENT DE PROJET 3.2-Méthode	Un BIM niveau 2 est demandé.
02	3.MANAGEMENT DE PROJET 3.2-Méthode	La fonction de BIM Management doit être identifiée par la MOE. Les tâches de BIM Management doivent être définies et affectées.
03	3.MANAGEMENT DE PROJET 3.3.Logiciels	Les logiciels utilisés par les parties contractantes doivent être certifiés par Building Smart.
04	3.MANAGEMENT DE PROJET 3.3.Logiciels	Le BIM Manager doit administrer la plateforme de publication dédiée à l'opération sur la plateforme KROQI, où doivent être déposés tous les livrables.
05	4.JALONS ET LIVRABLES 4.1.Consultation de maîtrise d'œuvre	Les candidats à la consultation de MOE doivent remettre un mémoire BIM renseigné selon le modèle fourni par 3F.
06	4.JALONS ET LIVRABLES 4.2.Lancement de la conception	Le BIM Manager doit rédiger la convention BIM renseignée selon le modèle de convention établi par le PTNB, au démarrage de l'AVP. Le maître d'ouvrage demande que la convention soit signée par les parties contractantes dès sa validation. Le maître d'ouvrage ne signe pas la convention BIM.
07	4.JALONS ET LIVRABLES 4.3.Revue de projet AVP	La maîtrise d'œuvre doit livrer les maquettes AVP conformes au niveau de détail requis pour tenir la revue de projet AVP. Le BIM Manager doit contrôler la qualité des maquettes et leur cohérence entre elles avant de les livrer au maître d'ouvrage.
08	4.JALONS ET LIVRABLES 4.3.Revue de projet AVP	La maîtrise d'œuvre doit livrer un témoin virtuel conforme au niveau de détail requis pour organiser la visite virtuelle. Le BIM Manager de la maîtrise d'œuvre doit contrôler la qualité du témoin virtuel avant de le livrer au maître d'ouvrage.
09	4.JALONS ET LIVRABLES 4.3.Revue de projet AVP	Chaque témoin virtuel est impérativement fabriqué à partir de la maquette numérique. Il importe de préciser dans le témoin virtuel, ce qui est soumis au maître d'ouvrage pour décision.
10	4.JALONS ET LIVRABLES 4.4.Revue de projet PRO	La maîtrise d'œuvre doit livrer les maquettes PRO conformes au niveau de détail requis pour tenir la revue de projet PRO. Le BIM Manager contrôle la qualité des maquettes et leur cohérence entre elles avant de les livrer au maître d'ouvrage.
11	4.JALONS ET LIVRABLES 4.5.Préparation du DCE	Le BIM Manager doit rédiger une note décrivant les prescriptions BIM EXE à mettre en œuvre par les entreprises pendant la phase d'exécution (si la décision de mener en BIM la phase d'exécution est prise).
12	4.JALONS ET LIVRABLES 4.6.Bilan de la phase de conception	Le BIM Manager de la phase conception doit rédiger une note de retour d'expérience en fin de conception.
13	6.EXIGENCES FONCTIONNELLES 6.1.2.Modélisation des	Les zones et pièces doivent être modélisés sur l'ensemble du projet.
14	6.EXIGENCES FONCTIONNELLES 6.2.Spécification des données	Le maître d'ouvrage exige que les maquettes produites soient renseignées selon le tableau des propriétés qu'il a élaboré, pour lui permettre d'exploiter les maquettes selon ses besoins.
15	6.EXIGENCES FONCTIONNELLES 6.3.Règles de nommage	Le maître d'ouvrage exige le strict respect des règles de nommage des sites, bâtiments et étages.
16	6.EXIGENCES FONCTIONNELLES 6.3.Règles de nommage	Le maître d'ouvrage exige strict respect des règles de nommage des zones et pièces.
17	6.EXIGENCES FONCTIONNELLES 6.3.Règles de nommage	Le maître d'ouvrage exige la mise en place d'une nomenclature de nommage des ouvrages et équipements sans en imposer une.

Matrice des livrables et jalons

La maîtrise d'ouvrage a établi la matrice qui suit pour préciser les jalons et livrables du projet.

ÉTAPE	LIVRABLE	JALON
Consultation de maîtrise d'œuvre	Mémoire BIM MOE	Livraison du mémoire BIM à la remise des offres.
Lancement de la conception	Convention BIM	Livraison de la convention BIM finalisée deux (2) semaines après la réunion de lancement qui se tient concomitamment à la signature du contrat de maîtrise d'œuvre.
Revue de projet AVP	Maquettes Témoin virtuel	Livraison des maquettes AVP au plus tard cinq (5) jours ouvrés avant la date de livraison du dossier AVP (soit deux semaines avant la revue AVP). Organisation de la visite du témoin virtuel concomitamment à la revue de projet AVP.
Revue de projet PRO	Maquettes Témoin virtuel	Livraison des maquettes PRO au plus tard cinq (5) jours ouvrés avant la date de livraison du dossier PRO (soit deux semaines avant la revue PRO). Organisation de la visite du témoin virtuel concomitamment à la revue de projet PRO.
Préparation du DCE	Maquette Note de prescriptions BIM EXE	Fourniture des livrables à la remise du dossier DCE.
Bilan de la phase de conception	Note de retour d'expérience	Livraison un (1) mois au plus tard après la désignation des entreprises.

Matrice des responsabilités

La maîtrise d'ouvrage a établi la matrice qui suit pour déterminer les rôles et responsabilités de chaque acteur du projet.

ÉTAPE	LIVRABLE	MAÎTRE D'OUVRAGE		MAÎTRE D'ŒUVRE	
		Chef de projet Construction / Architecture	Chef de projet BIM / AMO BIM	Architecte / BET / Économiste	BIM Manager
Consultation de maîtrise d'œuvre	Mémoire BIM MOE	Utilise	Analyse	Contribue	Réalise
Lancement de la conception	Convention BIM	Consulte	Analyse	Contribue Valide	Réalise
Revue de projet AVP	Maquette Témoin virtuel	Utilise Utilise	Contrôle	Réalise Réalise	Contrôle Contrôle
Revue de projet PRO	Maquette Témoin virtuel	Utilise Utilise	Contrôle	Réalise Réalise	Contrôle Contrôle
Préparation du DCE	Maquette Note de prescriptions BIM EXE	Utilise Valide	Contrôle Analyse	Réalise Contribue	Contrôle Réalise
Bilan de la phase de conception	Note de retour d'expérience	Consulte	Consulte	Contribue Valide	Réalise

Composante essentielle du pôle immobilier du groupe Action Logement, 3F gère aujourd'hui environ 250 000 logements, places d'hébergement et commerces, dont 130 000 en Île-de-France. Composé d'Immobilière 3F, société mère, et de ses filiales régionales, 3F est le leader du logement social en France. 3F livre environ 8 000 logements neufs par an et autant de logements réhabilités.

Plaçant l'utilité sociale au coeur de sa stratégie, 3F propose des solutions de logement et d'hébergement aux personnes qui n'ont pas les moyens de se loger sur le marché libre et apporte des réponses sur mesure aux publics spécifiques (jeunes, personnes âgées dépendantes, titulaires des minima sociaux, locataires fragilisés, travailleurs migrants).

3F travaille en étroite relation avec les pouvoirs publics locaux et contribue aux politiques de requalification urbaine et d'aménagement du territoire. Résolument engagé dans une politique de développement durable et de respect de la biodiversité, 3F se distingue en proposant des constructions neuves qui répondent aux plus hautes exigences de qualité et de performance.

Innover au service de la construction des bâtiments et des infrastructures, optimiser la performance environnementale et financière des projets, réduire l'empreinte carbone des constructions, évoluer vers une ville durable et connectée, anticiper les nouveaux usages… autant de projets au coeur des préoccupations de 3F.

Ce sont ces mêmes raisons qui ont amené 3F à s'emparer du BIM dès 2014, avec la conviction que la mise en place d'un processus de travail plus collaboratif qu'il ne l'est actuellement, organisé autour de l'utilisation de la maquette numérique avec toutes les parties prenantes des projets constitue un levier d'amélioration du management des opérations de construction et de réhabilitation. Nous avons lancé nos premières opérations en BIM début 2015 et depuis cette date, la montée en puissance est régulière.

Cette démarche de digitalisation des processus de maîtrise d'ouvrage doit permettre à terme un meilleur pilotage de nos opérations, sur les aspects économiques, le respect des plannings ou encore la tenue des objectifs de production ; elle doit aider aussi à faire progresser encore la qualité architecturale, technique ou d'usage des ouvrages construits ou réhabilités et à réduire la non-qualité (réserves de réception, désordres…).

Enfin, parallèlement au déploiement du BIM sur les opérations, nous avons engagé un projet de modélisation du parc existant et de développement de cas d'usage en BIM de gestion avec la plateforme ABYLA.

1 PRÉSENTATION DU DOCUMENT

1.1 OBJET DU DOCUMENT

Le présent cahier des charges est le document par lequel 3F définit ce qu'il attend de l'utilisation du BIM pour la phase de conception dans le projet de construction auquel il s'applique. Il décrit les **spécifications obligatoires à respecter par la maîtrise d'œuvre de conception**. Il propose un cadre de travail raisonné prenant en compte les objectifs du maître d'ouvrage, la maturité des méthodes et des pratiques, la performance des outils ainsi que l'expérience réelle de la plupart des intervenants de la maîtrise d'œuvre.

1.2 DOMAINE D'APPLICATION

Le présent cahier des charges couvre les objectifs BIM du maître d'ouvrage, pour la **phase de conception de l'ouvrage**. Il s'applique dans les conditions décrites ci-après, à l'opération de construction neuve présentée au chapitre 2. Il contient les dispositions applicables à cette opération.

1.3 PORTÉE CONTRACTUELLE

Le cahier des charges BIM est un **document contractuel entre 3F et la maîtrise d'œuvre** de l'opération.

1.4 LIMITE D'APPLICATION

Le présent cahier des charges se limite au BIM et ne se substitue pas au cahier des charges de construction neuve dans lequel 3F a formalisé les prescriptions architecturales et techniques applicables aux projets de construction.

Le présent cahier des charges se limite aux besoins du maître d'ouvrage et ne définit ni les processus, ni les méthodes, ni les règles, ni les outils qu'il revient à la maîtrise d'œuvre de définir et de mettre en place, pour les satisfaire.

1.5 PROPRIÉTÉ DES DONNÉES

Les maquettes numériques et toutes les données associées livrées au maître d'ouvrage pendant le projet sont des livrables qui lui appartiennent dès qu'il a prononcé leur réception. Elles pourront ainsi être exploitées par le maître d'ouvrage sans qu'un tiers ne puisse prétendre à aucun droit sur ces éléments, sans préjudice de la législation en vigueur, dans le respect du droit d'auteur.

2 OBJECTIFS ET USAGES BIM

2.1 PROGRAMME DE L'OPÉRATION

À renseigner et compléter par le chef de projet Construction / Architecture avant la désignation de la maîtrise d'œuvre ; reprendre ici les éléments du programme qu'il est important de porter à la connaissance de la maîtrise d'œuvre pour la mise en œuvre pertinente du BIM.

Nom de l'opération	
Numéro d'opération	
Numéro d'ESI	
Adresse de l'opération	
Nature de l'opération	
Caractéristiques de l'opération	

2.2 OBJECTIFS BIM DE L'OPÉRATION

À renseigner et compléter par le chef de projet Construction / Architecture avant la désignation de la maîtrise d'œuvre, avec l'assistance du chef de projet BIM.

Objectif : « Grâce au BIM… »	Conditions et indicateur de réalisation
☐ Meilleure appropriation du projet	
☐ Meilleure qualité technique / architecturale du projet	
☐ Aide à la décision	
☐ Maîtrise des délais	
☐ Maîtrise des risques	
☐ Performance économique accrue	
☐ Amélioration de la qualité environnementale	
☐ Insertion urbaine / paysagère de l'ouvrage	
☐ Meilleurs services aux locataires	
☐ Autre : …	

2.3 USAGES BIM DE L'OPÉRATION

Le maître d'ouvrage informe le maître d'œuvre qu'il a ciblé les usages prioritaires suivants :

☐ **Usage n°1** : le maître d'ouvrage contrôlera les exigences figurant au cahier des charges de construction neuve en utilisant les maquettes produites par la maîtrise d'œuvre, lors des revues de projet AVP et PRO.

☐ **Usage n°2** : le maître d'ouvrage validera la conception (complémentairement aux autres modalités de validation) en s'appuyant sur les témoins virtuels produits par la maîtrise d'œuvre à partir de la maquette numérique.

☐ **Usage n°3** : le maître d'ouvrage exigera du maître d'œuvre qu'il utilise les maquettes numériques Architecture, Structure et CVC/Plomberie pour réaliser une présynthèse en phase PRO et régler les conflits entre lots.

☐ **Usage n°4** : le maître d'ouvrage insérera la maquette produite par la maîtrise d'œuvre dans le Dossier de Consultation des Entreprises (complémentairement aux pièces graphiques traditionnelles) pour aider à la production d'une offre mieux adaptée.

☐ **Usage n°5** : à renseigner et compléter par le chef de projet Construction / Architecture avant la désignation de la maîtrise d'œuvre, avec l'assistance du chef de projet BIM.

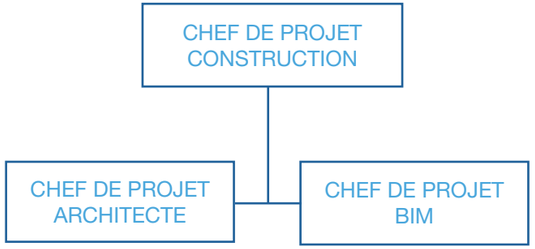
Les usages ci-dessus ne sont pas exclusifs de ceux qui pourraient être proposés pour les besoins du projet par la maîtrise d'œuvre.

3 MANAGEMENT DE PROJET

3.1 ÉQUIPE DE MAÎTRISE D'OUVRAGE

Il est précisé qu'**aucun des acteurs de la maîtrise d'ouvrage n'intervient sur la maquette** ou sur un élément quelconque de la maquette pour le créer, le modifier ou le supprimer.

L'organigramme de la maîtrise d'ouvrage se présente comme suit :



Le poste de chef de projet Architecture n'existe qu'en Île-de-France. Dans les filiales régionales 3F, les missions du chef de projet Architecture sont assurées par le chef de projet Construction.

3.1.1 Le chef de projet Construction

Il garantit depuis la conception jusqu'à la livraison de l'ouvrage, la bonne réalisation du projet de construction, dans le respect des objectifs de qualité, de coût et de délai qui lui sont fixés. Il est le représentant du maître d'ouvrage pendant chacune des phases des projets, en assurant jusqu'à l'année de parfait achèvement, le suivi technique, administratif et financier du projet. Le chef de projet Construction utilise et exploite la maquette BIM pour la gestion de son projet, à commencer par la visualisation et la compréhension du projet, en utilisant Solibri Anywhere (Model Viewer).

3.1.2 Le chef de projet Architecture

Il intervient en appui du chef de projet Construction, pour analyser le projet, à tous les stades de la conception (programme, concours de maîtrise d'œuvre, règles d'urbanisme et réglementations diverses, valeur d'usage, développement durable…). Le chef de projet Architecture utilise et exploite la maquette numérique BIM, par exemple pour contrôler la conformité du projet au programme et au cahier des charges de construction neuve, en utilisant Solibri Office (Model Checker).

3.1.3 Le chef de projet BIM

Il intervient en appui auprès du binôme constitué du chef de projet Construction et du chef de projet Architecture, pour veiller à l'atteinte des objectifs BIM définis au présent cahier des charges.

Le chef de projet BIM intervient au démarrage de l'opération pour aider le chef de projet Construction/Architecture à identifier et formaliser les objectifs BIM de son projet, il organise la réunion de lancement BIM du projet en lien avec le chef de projet Construction/Architecture, il contrôle la qualité des maquettes BIM et leur conformité au présent cahier des charges à chaque rendu, il aide à garantir que la maquette numérique réponde aux attentes du chef de projet Construction/Architecture qui auront à l'exploiter, il s'assure de la bonne mise en œuvre des usages sur la présente opération.

La fonction de chef de projet BIM peut exceptionnellement être confiée à un AMO BIM référencé dans le contrat cadre AMO BIM 3F.

3.2 MÉTHODE

3.2.1. Principes de collaboration

3F considère que le BIM est une partie constitutive de son système de management de la qualité, certifié au titre de la norme ISO 9001 : 2000. Le BIM mis en œuvre sur une opération est un système de management qualité spécifique à cette opération.

Le système de management de projet mis en place doit favoriser une plus grande collaboration entre les acteurs du projet, à tout niveau. Par travail collaboratif, le maître d'ouvrage entend capacité de communication et possibilité de réutilisation et de partage des données sans risque de perte ou de mauvaise interprétation. Le projet devient un travail collectif et coopératif, et non une succession d'optimisations ponctuelles effectuées pour le seul bénéfice de l'intervenant.

3F demande un « BIM niveau 2 », c'est-à-dire un BIM collaboratif où chaque acteur du projet travaille sur sa propre maquette en fonction des outils métiers dont il dispose avec échange de fichiers entre ces acteurs dans le cadre d'une interopérabilité entre les différents logiciels, selon les processus formalisés dans la convention BIM.

Exigence 1 : Un « BIM niveau 2 » est demandé.

3.2.2 Principes de management

3F demande des maquettes numériques de qualité, fabriquées selon les règles de l'art en matière de modélisation, conformes aux règles et principes qui figurent dans le présent cahier des charges, dans le but d'atteindre les objectifs fixés au chapitre 2.

La production collaborative d'une maquette de qualité, qui nécessite la contribution de plusieurs acteurs, rend nécessaire la mise en place d'un système de management de la qualité pour instaurer et garantir la confiance des uns envers les autres, dans les tâches qui sont réalisées.

3F ne s'immisce pas dans l'organisation interne de la maîtrise d'œuvre, mais demande que les rôles et tâches des acteurs soient bien identifiés et définis, s'inspirant des recommandations décrites dans le « Guide méthodologique pour des conventions de projets en BIM » établi par Mediaconstruct.

C'est l'objet du BIM Management qui a pour fonction de définir, d'organiser et de mettre en œuvre les méthodes et processus de travail permettant notamment la fabrication et l'exploitation de la maquette numérique.

Le BIM Management est, entre autres, en charge de piloter l'élaboration de la convention BIM et de s'assurer de son application par tous les acteurs de la maîtrise d'œuvre. **Le BIM Manager est l'interlocuteur de 3F pour toutes les questions relatives au BIM**.

Exigence 2 : La fonction de BIM Management doit être identifiée par la MOE, les tâches de BIM Management doivent être définies et affectées.

3.3 LOGICIELS

3.3.1 Les logiciels du maître d'ouvrage

Le logiciel de visualisation du maître d'ouvrage

3F utilise la visionneuse Solibri Anywhere (Model Viewer). Ce logiciel permet de visualiser les maquettes numériques au format interopérable IFC.

Solibri Anywhere (Model Viewer) est utilisé pour consulter la maquette numérique ; il est utilisé aussi pour réaliser des contrôles simples liés au respect du présent cahier des charges.

Le logiciel de contrôle du maître d'ouvrage

3F utilise le logiciel de contrôle Solibri Office (Model Checker). Ce logiciel permet de contrôler des maquettes numériques au format interopérable IFC.

Solibri Office (Model Checker) est utilisé pour réaliser des contrôles de qualité de la maquette numérique ainsi que des contrôles liés au respect du cahier des charges de construction neuve.

Font notamment l'objet de contrôle les points énoncés ci-dessous (liste non exhaustive) :

- Dimension programmatique de l'opération :
  - les dimensions et surfaces des pièces dans chaque logement,
  - la distribution des logements,
  - la répartition des typologies de logements,
  - la compacité de la construction ;
- Dimension fonctionnelle du modèle numérique :
  - l'arborescence de la maquette numérique,
  - le respect des règles de modélisation,
  - les conflits entre les composants,
  - le nommage des composants.

La mise en œuvre du contrôle automatique des exigences du cahier des charges de construction neuve par Solibri Office (Model Checker) nécessite le strict respect des exigences de modélisation du présent cahier des charges, décrites au chapitre 6.1-Règles de modélisation.

Le logiciel d'immersion virtuelle du maître d'ouvrage

3F peut utiliser le logiciel d'immersion virtuelle BIMscreen développé par la société Novalian, filiale de BTP Consultants.

BIMscreen peut être utilisé pour les revues de projet en phase de conception et les réunions de chantier en phase d'exécution.

BIMscreen est disponible dans les locaux de 3F et mis en œuvre par le Chef de projet BIM.

Le logiciel de gestion technique du maître d'ouvrage

3F utilise le logiciel Abyla pour la gestion technique de son patrimoine immobilier. Le logiciel Abyla est une solution BIM de gestion de parc, développée et commercialisée par la société LABEO. Il est constitué d'une base de données graphique et alphanumérique.

Le maître d'ouvrage veut pouvoir, en fin de projet de construction, importer les données dans Abyla. Le strict respect des exigences du présent cahier des charges facilitera l'import des données dans Abyla.

L'import des données dans Abyla n'est pas du ressort de la maîtrise d'œuvre.

3.3.2 Les logiciels des équipes de conception et d'exécution

3F n'impose aucun logiciel à l'équipe de maîtrise d'œuvre.

Les différents acteurs de la maîtrise d'œuvre doivent vérifier qu'ils utilisent des logiciels dont l'export est certifié par Building Smart, capables de produire une maquette numérique au format interopérable IFC 2x3.

Il est fortement recommandé de conserver la même version de logiciel métier (propre à chaque acteur) durant la phase en cours, afin de garantir qu'il n'y a pas de perte de données.

Exigence 3 : Les logiciels utilisés par les parties contractantes doivent être certifiés par Building Smart[1].

3.3.3 La plateforme de publication

3F crée un espace projet dédié à l'opération sur la plateforme KROQI et en confie l'administration au BIM Manager de l'opération.

[1] *http://www.buildingsmart-tech.org/implementation/implementations*

Les acteurs de la maîtrise d'œuvre doivent déposer tous les livrables du projet dont les maquettes dans l'espace projet dédié à l'opération sur la plateforme collaborative KROQI.

Exigence 4 : Le BIM Manager doit administrer la plateforme de publication dédiée à l'opération sur la plateforme KROQI[2], où doivent être déposés tous les livrables.

3.4 ÉQUIPEMENT INFORMATIQUE

Les équipes du maître d'ouvrage sont dotées de PC bureautique ou de tablette dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- PC :
  - RAM : 4 à 8 G (selon les postes)
  - Système d'exploitation : Windows® 7
  - CPU : Intel 2GHz à 2,5 GHz
  - Débit internet : 100 Mb (mutualisés)
- Tablette :
  - RAM : 8 Go
  - Système d'exploitation : Windows® 10
  - CPU : Intel 2,4 GHz
  - Débit internet : 100 Mb (mutualisés)

4 JALONS ET LIVRABLES

4.1 CONSULTATION DE MAÎTRISE D'ŒUVRE

4.1.1. Objectif

Au moment de la consultation de maîtrise d'œuvre, le maître d'ouvrage analyse le niveau de maturité des équipes candidates et leur capacité à répondre aux objectifs qu'il a fixés.

[2] *http://www.KROQI.fr/*

4.1.2 Livrable : Mémoire BIM MOE

Le mémoire BIM doit être l'expression de la compréhension des objectifs BIM du maître d'ouvrage pour l'opération concernée et la présentation de la façon d'y répondre. Il exprime l'intention du candidat de s'inscrire dans la démarche du maître d'ouvrage et reflète la qualité de la méthodologie qui sera déployée.

Le mémoire BIM doit être rédigé par les candidats et remis en même temps que les autres pièces demandées à la consultation de maîtrise d'œuvre. Il doit s'appuyer sur le modèle fourni par le maître d'ouvrage dans le cahier annexé au présent cahier des charges.

Il doit mettre en évidence les moyens BIM des candidats, ainsi que les choix faits par eux pour répondre aux exigences de la maîtrise d'ouvrage.

La qualité et la pertinence du mémoire BIM sont évaluées par la commission technique du maître d'ouvrage ; son évaluation entre dans les critères de sélection du lauréat par le maître d'ouvrage.

Exigence 5 : Les candidats à la consultation de maîtrise d'œuvre doivent remettre un mémoire BIM renseigné selon le modèle fourni par 3F.

4.1.3 Jalon

Livraison du mémoire BIM à la remise des offres.

4.2 LANCEMENT DE LA CONCEPTION

4.2.1 Objectif

Au démarrage de l'opération, le chef de projet BIM organise une réunion de lancement BIM avec le chef de projet construction, l'équipe de maîtrise d'œuvre lauréate et son BIM Manager. Cette

réunion a pour objectif d'expliciter les enjeux et de préciser les modalités de la démarche BIM pour la phase de conception.

Le maître d'ouvrage demande que le calendrier de livraison des différents livrables jusqu'à la consultation des entreprises soit défini à ladite réunion.

4.2.2 Livrable : Convention BIM

La convention BIM doit être rédigée par le BIM Manager du maître d'œuvre, en réponse au présent cahier des charges BIM. Elle engage toutes les parties contractantes du projet en phase de conception.

La convention BIM décrit les méthodes organisationnelles, de modélisation et de représentation graphique, la gestion et le transfert des données du projet, ainsi que les processus, les modèles, les utilisations, le rôle de chaque intervenant, et l'environnement collaboratif BIM mis en œuvre pour garantir le succès de la démarche BIM.

Le projet de convention BIM est présenté et discuté lors de la réunion de lancement BIM de l'opération.

La convention BIM finalisée est fournie au maître d'ouvrage deux (2) semaines après la réunion de lancement.

La convention BIM est mise à jour autant de fois que nécessaire ensuite, en particulier si des modifications conséquentes d'organisation du travail sont adoptées.

Le maître d'ouvrage s'autorise à réaliser des audits, pour s'assurer de la bonne mise en œuvre de la convention BIM.

Le maître d'ouvrage demande d'utiliser le modèle de convention proposé par le PTNB et disponible gratuitement sur : https://plan-bim-2022.fr/actions/ptnb-axe-c-les-conventions-bim-types/les-conventions-bim-types/

Exigence 6 : Le BIM Manager doit rédiger la convention BIM renseignée selon le modèle de convention établi par le PTNB, au démarrage de l'AVP. Le maître d'ouvrage demande que la convention soit signée par les parties contractantes dès sa validation. Le maître d'ouvrage ne signe pas la convention BIM.

4.2.3 Jalon

Réunion de lancement BIM concomitante à la signature du contrat de maîtrise d'œuvre.

Livraison de la convention BIM finalisée deux (2) semaines après la réunion de lancement.

4.3 REVUE DE PROJET AVP (USAGES 1 ET 2)

4.3.1 Objectif

Les études AVP doivent être menées en BIM. Le maître d'ouvrage exige des parties contractantes qu'elles s'y appliquent dans un processus collaboratif.

En phase AVP, le maître d'ouvrage doit pouvoir analyser et valider les données du programme à partir de la maquette, et en particulier la compacité de la construction, les surfaces de plancher et la répartition des typologies.

Le BIM en phase AVP doit permettre au maître d'ouvrage de contrôler la cohérence entre la modélisation numérique de l'opération et les exigences programmatiques du cahier des charges construction neuve de 3F. La maquette numérique en phase AVP doit ainsi permettre d'arbitrer intelligemment les hypothèses de conception, grâce à la simulation des choix architecturaux et techniques.

Le BIM en phase AVP doit permettre également d'étudier et de valider l'insertion du bâti dans son environnement, et de faciliter la vérification du respect des règles d'urbanisme.

4.3.2 Livrables

Maquette numérique

Le maître d'ouvrage veut conduire la revue de projet AVP en BIM et s'appuyer sur la maquette pour le faire, complémentairement aux autres pièces habituellement fournies. Par conséquent, la maquette en phase AVP doit représenter l'ouvrage avec un niveau de détails et de précisions qui permet de produire les livrables graphiques et les grilles d'analyses, attendus à cette phase, comme exigés dans le contrat de maîtrise d'œuvre.

En phase AVP, les maquettes suivantes sont attendues :

Maquette Architecture	Maquette structure	Maquette fluides	Maquette électricité	Maquette unifiée
✓	✓	Partielle		

La Maquette Fluides partielle comprend :

- La modélisation complète du réseau CVC/ plomberie d'une cage d'escalier au moins, y compris les sous-sols et terrasses ;
- La modélisation des réseaux de raccordement au domaine public : Il faudra tenir compte pour cette modélisation du cas le plus défavorable.

Avant de livrer les maquettes au maître d'ouvrage, le BIM Manager doit en contrôler leur qualité et fiabilité. Pour rappel, la date de livraison des maquettes AVP est arrêtée lors de la réunion de lancement et précède la date de livraison du dossier AVP.

Exigence 7 : La maîtrise d'œuvre doit livrer les maquettes AVP conformes au niveau de détail requis pour tenir la revue de projet AVP. Le BIM Manager doit contrôler la qualité des maquettes et leur cohérence entre elles avant de les livrer au maître d'ouvrage.

Témoin virtuel

Le maître d'ouvrage souhaite valider la qualité de conception des espaces au moyen de témoin virtuel. Sont concernés un logement et un hall d'entrée, ainsi qu'une circulation commune représentatifs du projet et choisis par le maître d'ouvrage en concertation avec le maître d'œuvre, l'espace d'accueil (individuel / collectif), le local Ordures Ménagères (pour validation des accès et des cheminements) et les éléments de façade.

Les aménagements essentiels doivent également être représentés dans les espaces témoins :

- **Concernant le logement** : faux plafond, trappe de visite, prises, interrupteur, luminaires, bouche de ventilation, entrée avec interphone, tableau électrique, porte palière, cuisine avec électroménager et rangements, séjour avec table et chaises, canapé, meuble TV, étagère, chambre avec lit, bureau, armoire, salle de bain avec faïence, miroir, et selon chauffe-eau, radiateurs…
- **Concernant le local Ordures Ménagères** : calepinage sol et mur, éclairage, point d'eau, siphon, conteneurs aux dimensions réalistes…
- **Concernant le hall d'entrée** : calepinage sol et mur, faux

plafond, éclairage, boîtes aux lettres, miroir, panneaux d'affichage, porte de halls avec vitrage, interphone, signalétique, plan de sécurité…

- **Concernant l'espace d'accueil** : bureau, mobilier, écrans, éléments de signalétique, prises électriques, prise réseau, équipement sanitaire.

Les meubles doivent être judicieusement positionnés dans le logement témoin et être choisis pour être proches de ceux des futurs occupants. Les couleurs et textures des revêtements de sol, mur et plafond doivent être judicieusement rendues. Dans le cas où les mobiliers des fabricants n'existent pas en objet IFC, une représentation qui approche suffit.

Dans le cas où la solution BIMscreen est utilisée, les fichiers des espaces témoins virtuels sont au format FBX, accompagnés de leurs textures.

Ces mêmes fichiers sont livrés au plus tard cinq (5) jours ouvrés avant la date de livraison du dossier AVP (soit deux semaines avant la revue AVP). Les équipes de gestion locative participent à cette visite virtuelle.

Exigence 8 : La maîtrise d'œuvre doit livrer un témoin virtuel conforme au niveau de détail requis pour organiser la visite virtuelle. Le BIM Manager de la maîtrise d'œuvre doit contrôler la qualité du témoin virtuel avant de le livrer au maître d'ouvrage.

Exigence 9 : Chaque témoin virtuel est impérativement fabriqué à partir de la maquette numérique. Il importe de préciser dans le témoin virtuel, ce qui est soumis au maître d'ouvrage pour décision.

4.3.3 Jalon

Livraison des maquettes AVP au plus tard cinq (5) jours ouvrés avant la date de livraison du dossier AVP (soit deux semaines avant la revue AVP).

Organisation de la visite du témoin virtuel concomitamment à la revue de projet AVP.

4.4 REVUE DE PROJET PRO (USAGES 1, 2 ET 3)

4.4.1 Objectif

Les études PRO doivent être menées en BIM. Le maître d'ouvrage exige des parties contractantes qu'elles s'y appliquent dans un processus collaboratif.

En phase PRO, le maître d'ouvrage doit pouvoir consolider les choix architecturaux établis en phase AVP et valider le volet technique de la conception, notamment grâce au contrôle automatique de la maquette numérique. Sont particulièrement visés les équipements techniques dans le logement et dans les parties communes, les zones techniques et les réseaux.

Le BIM en phase PRO doit permettre de coordonner les disciplines et de réduire les erreurs de conception grâce à la détection de conflits entre les différentes maquettes techniques produites par les membres de l'équipe de maîtrise d'œuvre.

Enfin, le maître d'ouvrage attend que le BIM en phase PRO permette de fiabiliser et de maîtriser les coûts de construction, grâce à des estimations financières précises et basées sur une maquette numérique fidèle au projet.

Le maître d'ouvrage déterminera avec le maître d'œuvre s'il convient de produire un témoin virtuel à ce stade.

4.4.2 Livrable : Maquette numérique

Le maître d'ouvrage veut conduire la revue de projet PRO en BIM et produire les éléments nécessaires à la sélection des entreprises à partir de la maquette numérique. Par conséquent, la maquette en phase PRO doit représenter l'ouvrage avec un niveau de détails et de précisions qui permet de produire les livrables graphiques et techniques, attendus à cette phase, comme exigés dans le contrat de maîtrise d'œuvre.

Le maître d'ouvrage demande également que les différents acteurs de la maîtrise d'œuvre produisent les maquettes respectives à leur lot et que le BIM Manager pilote les études de présynthèse en BIM pour détecter et traiter les conflits d'interface entre ces lots.

En phase PRO, la maquette numérique est constituée des maquettes suivantes:

Maquette Architecture	Maquette structure / Gros-œuvre	Maquette fluides		Maquette électricité	Maquette unifiée
		Plomberie	CVC		
✓	✓	✓	✓	✓	

Avant de livrer les maquettes au maître d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre doit s'assurer par un auto-contrôle de leur qualité et fiabilité. Pour rappel, la date de livraison des maquettes PRO est arrêtée lors de la réunion de lancement et précède la date de la revue PRO.

Exigence 10 : La maîtrise d'œuvre doit livrer les maquettes PRO conformes au niveau de détail requis pour tenir la revue de projet PRO. Le BIM Manager contrôler la qualité des maquettes et leur cohérence entre elles avant de les livrer au maître d'ouvrage.

4.4.3 Jalon

Livraison des maquettes PRO au plus tard cinq (5) jours ouvrés avant la date de livraison du dossier PRO (soit deux semaines avant la revue PRO).

4.5 PRÉPARATION DU DCE (USAGE 4)

4.5.1 Objectif

Le maître d'ouvrage exige que la maquette PRO établie par la maîtrise d'œuvre soit une pièce du Dossier de Consultation des Entreprises.

Ainsi, l'entreprise qui le souhaite peut vérifier les dispositions constructives du projet tant du point de vue géométrique que du point de vue informatif (données). Elle peut exploiter la maquette pour fiabiliser son offre et son prix. Le maître d'ouvrage informe qu'il joint un tuto vidéo à la maquette, pour expliquer comment la manipuler et l'exploiter.

Le maître d'ouvrage souhaite encourager la démarche BIM avec les entreprises, dès leur consultation à travers le DCE. Il considère que le DCE est le message du maître d'œuvre, et plus particulièrement de l'architecte, adressé aux entreprises par lequel il transmet non seulement sa conception du futur ouvrage mais aussi les modalités techniques prévues, les prestations à mettre en œuvre ainsi que le degré de soin des finitions exigé. Le BIM comme méthode de management de projet y trouve naturellement place.

Le maître d'ouvrage demande à la maîtrise d'œuvre, la rédaction d'une note de prescriptions BIM EXE.

4.5.2 Livrables

Maquette numérique

La maquette numérique insérée dans le DCE est celle qui a été produite par la maîtrise d'œuvre pendant la phase de conception et issue du stade PRO ; elle est mise à disposition des entreprises de manière indicative et non contractuelle. La maquette est au format IFC 2x3 pour pouvoir être lue par un viewer gratuit du marché.
Les maquettes à insérer dans le DCE sont :

Maquette à insérer dans le DCE	Maquette Architecture	Maquette structure / Gros-œuvre	Maquette fluides		Maquette électricité
			Plomberie	CVC	
Maquette du projet (comprenant tous les bâtiments)	✓	✓	✓	✓	✓
Maquette de chaque bâtiment du projet	✓	✓	✓	✓	✓

Il est précisé :

- Qu'en cas d'écart constaté entre les plans 2D et la maquette 3D, ce sont les plans 2D qui font référence ;
- Qu'en cas d'écart entre les données dans la maquette et les informations contenues dans le CCTP, c'est le CCTP qui fait référence.

Prescriptions BIM EXE

La note des prescriptions BIM EXE est un document rédigé par le BIM Manager de la phase de conception, qui fixe les orientations et les dispositions liées au développement du BIM pendant la phase d'exécution.

La décision de recourir au BIM pendant la phase d'exécution est prise par le maître d'ouvrage en concertation avec la maîtrise d'œuvre.

Dans cette hypothèse, la note des prescriptions BIM EXE a pour but, en tenant compte de la maturité actuelle des entreprises de construction, et aussi des conditions de dévolution des marchés de travaux :

- De rappeler ce qu'est le processus BIM et de décrire les modalités mises en œuvre lors de la phase de conception ;
- De préciser les modalités de transfert de la maquette numérique de conception et les conditions d'utilisation dans le respect de la propriété intellectuelle ;
- De déterminer les objectifs et usages BIM pertinents en phase d'exécution pour la présente opération ;
- De fixer dans ce cas les exigences minimales d'organisation, de collaboration et de modélisation qui incomberont aux titulaires des marchés de travaux, dans le cadre de l'opération.

Exigence 11 : Le BIM Manager doit rédiger une note décrivant les prescriptions BIM EXE à mettre en œuvre par les entreprises pendant la phase d'exécution (si la décision de mener en BIM la phase d'exécution est prise).

4.5.3 Jalon

Fourniture des livrables susmentionnés à la remise du dossier DCE.

4.6 BILAN DE LA PHASE DE CONCEPTION

4.6.1 Objectif

A la fin de la phase conception, le maître d'ouvrage souhaite appréhender concrètement les modalités qui ont été mises en œuvre pour mener le projet en BIM, et apprécier les bénéfices et les difficultés éventuelles qui ont été rencontrées, ainsi que la façon dont elles ont été surmontées. Le maître d'ouvrage souhaite partager et capitaliser les enseignements tirés de l'expérience de la présente opération avec l'équipe de maîtrise d'œuvre dans le but de progresser.

4.6.2 Livrable : Note REX BIM

Le BIM Manager de la phase de conception doit rédiger une note de retour d'expérience BIM, à la fin de ladite phase.

La note REX BIM doit formaliser et documenter le retour d'expérience de la mise en œuvre de la démarche BIM en conception. Elle met en exergue la plus-value apportée par le BIM en conception pour le projet sur lequel porte le présent cahier des charges. Elle revient en particulier sur les modalités de collaboration entre les acteurs du projet. Elle établit les écarts entre les modalités telles qu'elles étaient prévues à la convention BIM de conception et telles qu'elles ont été réellement mises en œuvre par la maîtrise d'œuvre.

Le maître d'ouvrage n'impose pas de forme à la note REX BIM.

Exigence 12 : Le BIM Manager de la phase conception doit rédiger une note de retour d'expérience en fin de conception.

4.6.3 Jalon

Livraison de la note de retour d'expérience un mois au plus tard après la désignation des entreprises.

5 EXIGENCES TECHNIQUES

5.1 PLANS ET DOCUMENTS GRAPHIQUES

Les plans et documents graphiques 2D sont les documents contractuels de l'opération.

Ils sont extraits de la maquette numérique, les informations qui y figurent sont géométriquement subordonnées et cohérentes.

Néanmoins, si le niveau de détail demandé dans la maquette est inférieur au niveau de détail des plans. Les détails peuvent être dessinés en 2D à condition que les données importantes soient intégrées en tant que data dans l'objet BIM.

Les cartouches des plans et documents graphiques 2D mentionnent la maquette BIM dont ils sont extraits.

5.2 FORMAT DES MAQUETTES

Les fichiers IFC livrés au maître d'ouvrage doivent être conformes à la version 2x3 TC1 des IFC, en attendant la certification de l'IFC 4. Les versions antérieures de l'IFC ne sont pas autorisées. L'utilisation des futures versions de l'IFC pourra être possible sous réserve de l'accord explicite du maître d'ouvrage.

Afin que ces fichiers puissent être analysés et exploités sans risques d'erreurs liées à d'éventuels problèmes de conversion, il est demandé de livrer également le projet dans le format natif du logiciel de maquette numérique utilisé, afin de permettre de vérifier la conformité du fichier IFC au fichier original. Les fichiers natifs ne seront pas utilisés à d'autres fins que cette vérification.

Il est également demandé au maître d'œuvre de procéder de son côté à une vérification initiale des fichiers IFC à l'aide d'un logiciel

visionneuse BIM, et d'indiquer avec quel logiciel et quelle version a été établi ce test.

Les fichiers natifs et IFC devront obligatoirement correspondre au même état de définition du projet.

5.3 NOMMAGE DES MAQUETTES

La maquette du projet pour chaque lot devra être nommée de la manière suivante : VILLE-PROGRAMME-LOT-PHASE DU PROJET.

La maquette de chaque bâtiment pour chaque lot devra être nommée de la manière suivante : VILLE-PROGRAMME-BÂTIMENT-LOT-PHASE DU PROJET.

Par exemple : la maquette d'architecture au format IFC, de la phase PRO, du bâtiment B, du programme B123L de Torcy, se nommera TORCY-B123L-BATB-ARC-PRO.ifc.

Le nom des fichiers ne contiendra pas d'espaces (il convient de les remplacer par des « _ »), ni de caractères spéciaux (notamment les accents), ni de lettres minuscules.

5.4 TAILLE DES MAQUETTES

Les fichiers IFC livrés au maître d'ouvrage ne doivent idéalement pas dépasser 300Mo dans la mesure où des maquettes Architecte, Réseaux et Structures sont transmises séparément.

Si les 300Mo sont dépassés, le projet doit être découpé en sous maquettes selon un principe de découpage que le maître d'ouvrage validera (par bâtiment selon la logique du projet).

Un utilitaire gratuit comme Solibri IFC Optimizer pourra être utilisé pour réduire la taille des fichiers.

5.5 GEO RÉFÉRENCEMENT

Le géo référencement de la maquette est réalisé au démarrage du projet.

Son origine (point de base) est l'entrée principale du bâtiment principal. Elle correspond à un point matériel remarquable du site positionné au plus près de la maquette du bâtiment. Celui-ci est précisé et défini par ses coordonnées GPS.

Le point de référence est celui de la maquette numérique produite par l'architecte. Il doit être le même pour toutes les autres maquettes numériques.

Lors de l'export IFC de la maquette, il est nécessaire de cocher l'option « ifcSite » (IFC 2x3).

Le BIM Manager contrôle la qualité du géo référencement et la superposition des maquettes avant transmission à la maîtrise d'ouvrage.

5.5.1 Point de base (Origine)

Ce point sert à créer un point de repère pour le positionnement des éléments par rapport à la maquette elle-même.

Le point de base du projet doit être utilisé comme point de référence pour les mesures et les repères sur l'ensemble du site.

Ce point doit être déterminé par l'architecte et transmis aux différents acteurs du projet.

5.5.2 Point de référencement géographique (Topographique)

Ce point représente un point spécifique sur la Terre, tel qu'un marqueur de levé géodésique ou un point de référence basé sur la limite de propriété du projet. Le point de topographie est utilisé pour orienter correctement le projet avec d'autres systèmes de coordonnées.

Ce point doit être déterminé en début de projet il peut cependant différer du point d'origine.

5.6 UNITÉS

Les unités sont exprimées dans le système métrique.

	Unité	Précision
Longueur	m	0,00
Surface	m^2	0,00
Volume	m^3	0,00
Masse	kg	0,00
Résistance thermique	m^2.K/W	0,00
Angle	degré	0,00

6 EXIGENCES FONCTIONNELLES

6.1 RÈGLES DE MODÉLISATION

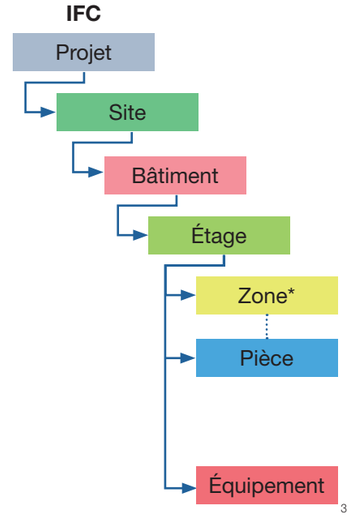
6.1.1 Modélisation de la géométrie

Sauf mention contraire, la forme des ouvrages et équipements contenus dans la maquette numérique a une représentation 3D. Certains objets comme les garde-corps et les pare-soleils peuvent comporter un grand nombre d'éléments qui alourdit la taille du fichier ; de même, une représentation très détaillée, notamment des formes courbes, peut alourdir considérablement la taille du fichier IFC.

Il convient de choisir la modélisation qui présente le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et son poids selon les nécessités de représentation graphique liée à la phase du projet.

6.1.2 Modélisation des zones et pièces

Le projet est organisé selon une arborescence spatiale : Site > Bâtiment > Étage > Pièce > Équipement. Les logements et parties communes sont identifiés dans les Zones. Les niveaux correspondent aux différentes altimétries des faces supérieures des planchers des étages du bâtiment.



[3] *Site = Programme ; Zone = Logement, Partie Commune…*

Exigence 13 : Les zones et pièces doivent être modélisés sur l'ensemble du projet.

6.1.3 Composition des éléments

La composition des murs, cloisons et dalles est décrite sous la forme d'une liste ordonnée de couches homogènes. La nature et l'épaisseur de chaque couche sont renseignées. Toutes les couches sont traitées de sorte que la somme des épaisseurs de couches corresponde à la largeur ou épaisseur globale de l'élément.

En somme, la superposition de plusieurs éléments du même type pour représenter les différentes couches d'un élément hétérogène est à proscrire.

6.1.4 Modélisation des objets

Il convient d'utiliser les objets des logiciels correspondant aux ouvrages dessinés tels que l'objet dalle (IfcSlab) pour modéliser une dalle, l'objet mur (IfcWall) pour un mur, l'objet colonne (IfcColumn) pour un poteau…

Le niveau de détail à produire par phase doit permettre à minima d'exploiter la maquette conformément aux usages exposés au chapitre 4.

Le niveau de détail géométrique à produire à minima correspond à une Représentation 3D permettant de reconnaitre l'objet et son orientation.

Cas particuliers :

Les occultations sont modélisées de façon indépendante à la fenêtre/porte et exportées en IFCwindows leurs noms et leurs types (volet, store, jalousie) sont spécifiques à l'occultation.

6.1.5 Modélisation des revêtements

La modélisation des revêtements est renseignée par défaut au niveau de l'objet « espace » via les paramètres WallCovering, FloorCovering et CeilingCovering. Le cas échéant, en complément du revêtement principal de l'espace, une modélisation géométrique est réalisée via la classe Mur ou Dalle de l'IFC (par ex. : modélisation des crédences de cuisine, des faïences de salle de bains…).

6.2 SPÉCIFICATION DES DONNÉES

Les propriétés des zones et pièces, et celles des ouvrages et équipements à renseigner dans les maquettes sont spécifiées par phase dans le tableau des propriétés figurant dans le cahier des annexes.

Qu'il s'agisse des sites, des bâtiments, des étages, des zones et pièces, des ouvrages ou des équipements, les propriétés des objets au sein de la maquette numérique se présentent de trois manières :

- Des attributs généraux normalisés communs à toutes les classes d'objets ;
- Des jeux de propriétés normalisés (ou « Property Sets »), spécifiques à chaque classe d'objets ;
- Des jeux de propriétés personnalisés et renseignés par l'utilisateur, pour couvrir des besoins d'échanges non prévus dans la norme des IFC. Ces jeux de propriétés personnalisés peuvent inclure tout type de données.

Les attributs et les « Pset_xCommon » constituent les propriétés nativement présentes dans l'IFC. Même si les valeurs des propriétés ne sont pas renseignées, ces propriétés sont systématiquement stockées dans la définition de l'IFC, quel que soit le logiciel de modélisation.

Afin de permettre le bon échange, le contrôle et l'extraction des données, il convient d'utiliser au maximum ces jeux de propriétés normalisés. Le maître d'ouvrage insiste sur l'importance de ce paramétrage.

Outre une diminution du poids des fichiers informatiques, l'utilisation des propriétés normalisées assure une meilleure exploitation des maquettes numériques par l'outil de contrôle du maître d'ouvrage, grâce à une interopérabilité complète (les propriétés personnalisées n'étant pas interopérables).

Lors de l'export d'un objet IFC depuis un logiciel de modélisation, certaines informations présentes dans le logiciel de modélisation peuvent être affectées par défaut à des attributs IFC. Il convient donc de porter une attention particulière au paramétrage de cet export, et de contrôler la bonne affectation des données.

Exigence 14 : Le maître d'ouvrage exige que les maquettes produites soient renseignées selon le tableau des propriétés qu'il a élaboré, pour lui permettre d'exploiter les maquettes selon ses besoins.

6.3 RÈGLES DE NOMMAGE

6.3.1 Nommage des sites, bâtiments et étages

Les sites, bâtiments et étages doivent impérativement respecter la convention de nommage décrite dans le cahier des annexes qui définit les Nom et Type à renseigner.

Exigence 15 : Le maître d'ouvrage exige le strict respect des règles de nommage des sites, bâtiments et étages.

6.3.2 Nommage des zones et pièces

Les zones et pièces doivent respecter la convention de nommage décrite dans le cahier qui définit les Nom et Type à renseigner.

Exigence 16 : Le maître d'ouvrage exige le strict respect des règles de nommage des zones et pièces.

6.3.3 Nommage des ouvrages et équipements

Le maître d'ouvrage exige qu'une nomenclature pour le nommage des ouvrages et équipements soit arrêtée par le BIM Manager, sans en imposer une particulière, qu'elle soit formalisée dans la convention BIM et respectée par toutes les parties prenantes.

Chaque occurrence d'un même élément de la maquette devra être identifiée selon un libellé identique.

Exigence 17 : Le maître d'ouvrage exige la mise en place d'une nomenclature de nommage des ouvrages et équipements sans en imposer une.

6.4 UTILISATION DE LA CLASSIFICATION

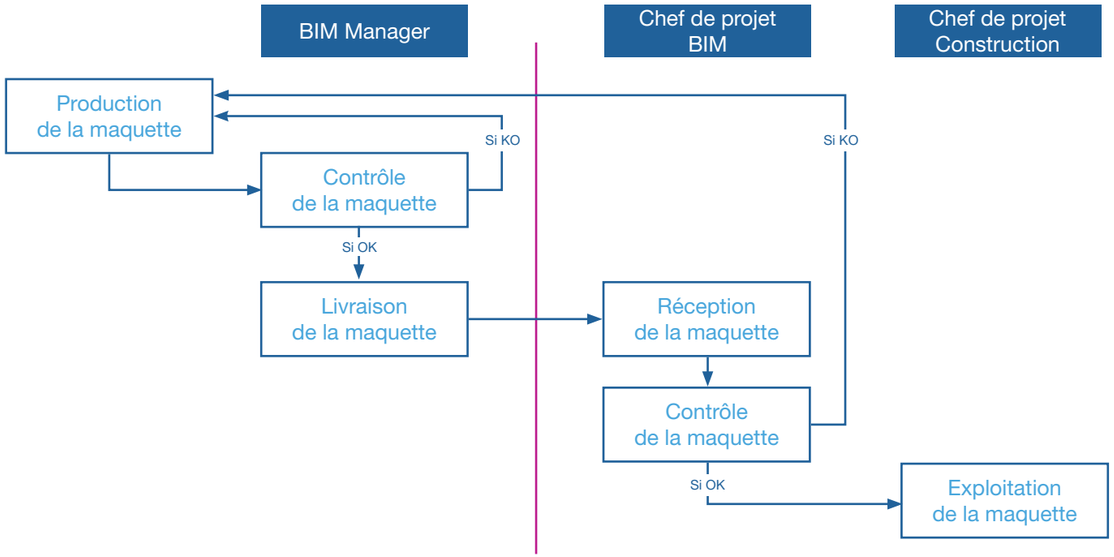
Le maître d'ouvrage demande que la classification Uniformat II ASTM 2015 soit utilisée pour classer les objets qui composent la maquette et recommande de la mettre en œuvre dès le démarrage du projet, pour s'éviter de fastidieuses reprises par la suite.

Outre que l'utilisation de la classification facilite la jointure entre la maquette et le BIM de gestion du maître d'ouvrage, elle constitue un référentiel commun et solide qui garantit la pérennité d'exploitation de la maquette.

6.5 CONTRÔLE DE LA MAQUETTE

6.5.1 Procédure de contrôle

Le contrôle de la qualité de la maquette est nécessaire pour garantir sa bonne exploitation. La procédure de contrôle est la suivante :



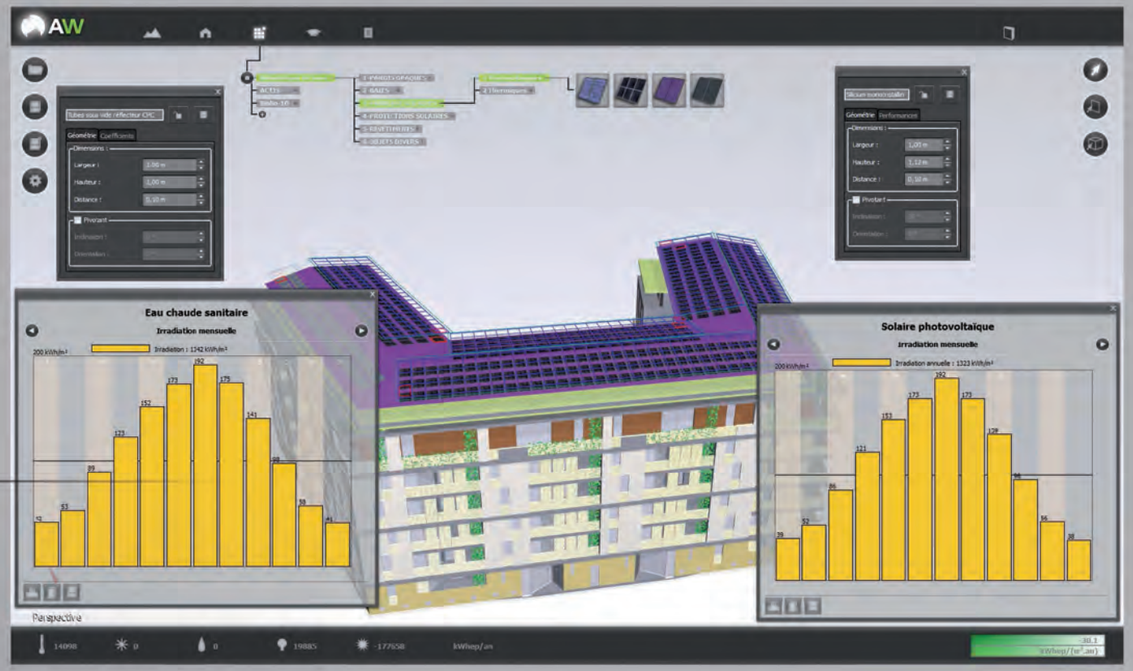
Les contrôles courants et usuels sont réalisés par le BIM Manager avant chaque transmission de maquette au maître d'ouvrage.

Une fiche de contrôle accompagnée de copies d'écran indiquant la date du contrôle et son résultat est jointe à la maquette.

6.5.2 Points de vigilance

Le maître d'ouvrage attire l'attention des producteurs de maquette sur les défauts de modélisation qui sont fréquemment rencontrés :

- L'arborescence telle que décrite au chapitre 6.1.2 n'est pas respectée ;
- Le nommage des espaces tel que décrit aux chapitres 6.3.1 et 6.3.2 n'est pas respecté ;
- Les zones et pièces ne sont pas représentées ;
- Les zones sont remplacées par des groupes ;
- La nomenclature choisie par le maître d'œuvre pour les ouvrages et équipements n'est pas rigoureusement respectée ;
- Les jeux de propriétés des composants ne sont pas paramétrés à l'export ;
- Les *bases quantities* ne sont pas exportées ;
- Les murs ne sont pas découpés par étage ;
- Les objets ne sont pas représentés avec la bonne catégorie d'objet (ex : un garde-corps modélisé avec l'objet « mur ») ;
- Les maquettes ne sont pas géoréférencées ;
- La maquette structure et/ou la maquette architecture ne sont pas à jour.

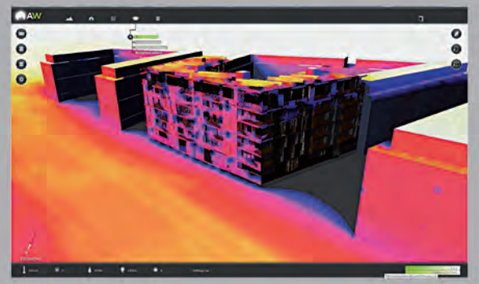


BEPOS

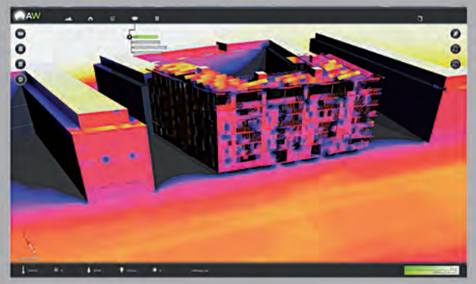
Bâtiment à Energie Positive

CERGY

CERGY, quartier de la croix Petit. Construction de 49 logements en BBC dans une zone ANR. FONCIÈRE LOGEMENT.

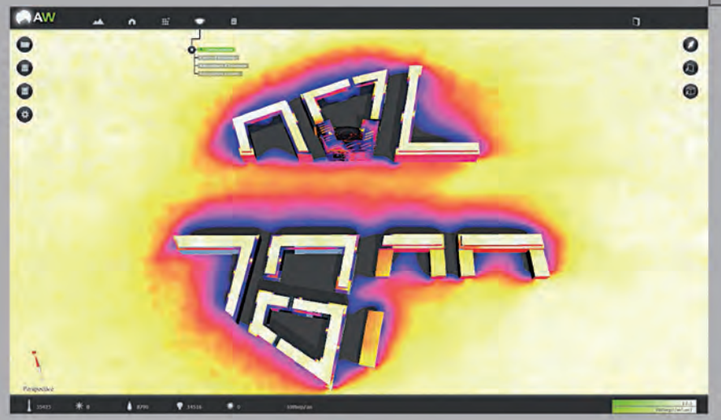


Cartes solaire Ilot



Bilan thermique

Interface thermique :
Fenêtre supérieure gauche : type de bâtiment et chiffres clés
Fenêtre intérieure droite : bilan thermique des entrées et sorties de chaleur
Deux autres fenêtres : composition des toitures et façades.



Cartes solaires

Cartographie de réception solaire directe cumulée sur toute l'année : zones blanches réception 100% ; zones noires moins de 50% d'ensoleillement.

francois.pelegrin@architecture-pelegrin.com

CHARTE BIM[1] DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

STRATÉGIE DE DÉPLOIEMENT ET OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE BIM

[1] *Charte BIM SGP accessible depuis le lien : https ://www.societedugrandparis.fr/sites/default/files/2022-11/pm_1_144_144824-13yyyuvq7e.pdf*

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

La Société du Grand Paris, un acteur du déploiement des démarches BIM en France

La Société du Grand Paris (SGP), a insufflé la mise en place d'un nouveau paradigme dans l'acte de concevoir et de construire une infrastructure ou un projet immobilier, en exigeant la mise en œuvre des méthodologies issues de la démarche BIM.

Cette décision est l'expression d'une initiative et d'une volonté, qui permettent à l'ensemble des partenaires et prestataires des projets liés au Grand Paris Express de développer leurs compétences dans ce domaine.

Il s'agit donc de coconstruire ensemble, sous l'impulsion de la SGP et dans une logique de dialogue avec l'ensemble des parties prenantes, que sont notamment, les promoteurs, les ingénieries, les architectes et les entreprises de travaux ; une démarche structurée, formalisée avec des objectifs concrets et pragmatiques qui posent les bases des futurs standards de ce domaine d'excellence.

Les attendus de la démarche BIM sont multiples et concernent notamment la collaboration entre tous les acteurs du projet et tous les métiers, la cohérence et la continuité numérique tout au long du cycle de vie du projet, la meilleure maîtrise des phases de conception et de construction, l'amélioration de la qualité et de la performance, ainsi qu'un futur support à la gestion de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et installations construits.

Le Grand Paris Express, dont SGP assure la maîtrise d'ouvrage, est un projet de transformation urbaine induit par la réalisation d'un nouveau métro, qui à terminaison, permettra de transporter deux millions de franciliens, avec l'objectif de réduire leurs temps de transport.

Ce nouveau métro leur permettra de se rendre d'un point à l'autre de l'Île-de-France, sans passer par Paris intramuros, mais également de rejoindre plus rapidement le centre de Paris.

Cela représente 200 kilomètres de lignes nouvelles venant s'intégrer aux 200 kilomètres de lignes de métro et de RER existants.

Le projet comprend la création de 68 nouvelles gares, dont 7 emblématiques avec un traitement architectural particulier et de 7 Centres d'Exploitations et de Maintenances.

À terme, 90% des 200 Km de lignes construites seront des ouvrages souterrains, soit 180 km de tunnel.

Ce métro sera 100% accessible aux personnes à mobilité réduite et 100% automatique. Il roulera à une vitesse commerciale de 55 kilomètres/heure. Le projet prévoit une rame toutes les 2 à 3 minutes avec selon les lignes de 350 à 1000 passagers.

Le Grand Paris Express demeure actuellement le plus gros projet européen d'infrastructures et le 4ème dans le monde.

Bernard Cathelain
Membre du directoire de la SGP

Stratégie de pilotage suivant nos 5 grands objectifs

Afin de s'assurer d'une réelle satisfaction de ses besoins, la Société du Grand Paris a commencé le déploiement de sa démarche BIM par la définition de ses attentes et des objectifs à atteindre. Comparativement à une spécification « classique » de l'expression de besoin, leur intégration dans les clausiers spécifiques du BIM est plus compliquée qu'il n'y parait.

En effet, la plupart des acteurs connaissent les pratiques « traditionnelles » de la gestion de projet. Néanmoins, les retranscrire, sans les bouleverser, en apportant les bénéfices de la démarche BIM, n'est pas une chose aisée.

La SGP a donc fait le choix de laisser retranscrire ses attentes et objectifs MOA en usages BIM, par l'intermédiaire des équipes de BIM management des différentes maîtrises d'œuvre.

Au travers du déploiement de la démarche BIM, la Société du Grand Paris souhaite a minima atteindre les objectifs définis dans sa Charte BIM.

Pour cela, elle encourage ses partenaires à développer des initiatives permettant d'atteindre ces objectifs et même à les dépasser, suivant les 5 axes de la gestion de projet pour la maîtrise d'ouvrage :

- Maîtrise technique, qualité, performance et exigences QSE et RSE ;
- Maîtrise des coûts et des délais ;
- Mise en place de BIM Management et efficience des utilisations attendues des Maquettes numériques ;
- Concertation, communication et outil d'aide à la décision ;
- Gestion technique du patrimoine et gestion de configuration par les futurs exploitants-mainteneurs.

Pour ses différents marchés, la démarche BIM de la SGP est définie suivant les préconisations applicables à l'ensemble des acteurs BIM du GPE.

Cette démarche a pour objectif stratégique de constituer un référentiel de données unique et partagé entre tous les acteurs et tout au long du cycle de vie du projet : programmation, conception, réalisation et permettre de fournir une vision de l'exploitation, de la maintenance et de la déconstruction aux futurs exploitants / mainteneurs.

Cette ambition répond au besoin de continuité numérique. Elle participe à la maîtrise des performances, des coûts et délais du projet du Grand Paris Express, dans une logique de Travail collaboratif et d'échanges de Maquettes numériques et de données, tout en limitant les risques liés à leur ressaisie par des acteurs différents.

« La Maquette Numérique du GPE », ou plutôt la modélisation globale du GPE, se veut être une description géométrique, spatiale et fonctionnelle, enrichie de l'ensemble des informations nécessaires aux objectifs métiers et Usages BIM.

Ces derniers sont définis précisément dans les pièces contractuelles des différents marchés et indiqués à titre d'information par la maîtrise d'ouvrage.

Par convention d'usage sur le GPE, le terme « La Maquette Numérique du GPE » signifie l'unicité de modélisation et non unicité de fichiers, une Maquette Numérique pouvant être constituée par l'assemblage de plusieurs fichiers.

La disponibilité de l'ensemble de ces données et informations en un seul lieu confère également à « La Maquette Numérique du GPE » le rôle de passerelle, permettant à tous les outils logiciels des

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

différents acteurs et des différents métiers, de collaborer, de travailler ensemble et d'exploiter cette même base de données centralisée, fiable, cohérente et pérenne. Pour cela, la modélisation nécessite d'être bien structurée, facilement exploitable et interopérable.

Parmi les 5 grands objectifs, la montée en maturité de l'ensemble des acteurs, permet dès aujourd'hui[2] de retirer de réels bénéfices en terme :

- D'amélioration de la qualité et de la cohérence des livrables, notamment en proposant progressivement la substitution des plans 2D par les maquettes numériques ;
- De communication et de maîtrise du projet, les maquettes facilitant et/ou accélérant la compréhension des solutions et la prise de décision ;
- Et indéniablement, de BIM management par la coordination et la collaboration engendrées

En ce qui concerne la volumétrie de modélisation, nous disposions fin 2022 de 2775 maquettes numériques en format IFC, validées et à jour.

Nos maquettes les plus détaillées et les plus emblématiques sont celles des gares. Nous vous en présentons sur les pages précédentes quelques exemples, avec d'un côté les images post traitées et de l'autre celles extraites directement de nos outils.

Vous pouvez ainsi distinguer les illustrations des gares de Saint-Denis-Pleyel et de Clichy-Montfermeil, ainsi que celles extraites présentées lors de la première édition du Trophée BIM Boosters[3].

Suivant le contexte d'avancement des différents ouvrages et des différentes lignes, nos maquettes évoluent avec les arrivées des maîtrises d'œuvre et des entreprises de travaux.

Cela représente actuellement plus de 15 000 fichiers des différentes versions publiées structurés et répartis par maquettes globales. Nous en disposons d'une par ouvrage et par grande phase de projet (PRO, DCE, EXE, DOE).

Nos objectifs MOA durant les phases de conception

La Société du Grand Paris nomme « conception en BIM », la conception s'appuyant sur la production de maquettes numériques de niveaux AVP, puis PRO représentant le plus fidèlement possible le Tel Que Conçu.

Les phases de conception permettent de découvrir de façon virtuelle, par l'intermédiaire des modélisations numériques, ce qui va se concrétiser dans la réalité des chantiers.

Il s'agit notamment de permettre la production des documents de conception des phases AVP, puis PRO, en garantissant la coordination et la cohérence entre les différents acteurs de la conception (autres maîtrises d'œuvre, architectes, bureau d'étude technique, projets connexes faisant intervenir d'autres MOA, etc.).

Cela intègre également l'utilisation de la « puissance visuelle » du BIM, aussi bien pour faciliter les prises de décisions, au travers d'une compréhension simplifiée des solutions techniques proposées, que de produire les livrables permettant la communication grand public et la concertation avec les parties prenantes.

Afin de faciliter la transition vers la phase d'exécution des travaux et assurer un meilleur passage de témoin à nos titulaires des marchés de travaux, nos maquettes numériques de conception viennent consolider la constitution de nos Dossier de Consultation

[2] Ces quelques lignes sont rédigées au deuxième trimestre 2023.
[3] Vous pouvez visualiser les vidéos des lauréats de la 1ère édition des BIM Boosters sur le lien suivant : https://www.youtube.com/playlist?list=PLrTVdIoHpSdUDdM19j_WiRdhrkn2letam

des Entreprises (DCE). Cela consiste notamment à assurer la cohérence entre les maquettes numériques de niveau [PRO] et les détails quantitatifs, comme les DQE et les DPGF.

Cela comprend enfin la gestion des évolutions des maquettes numériques de niveaux AVP, puis PRO, leurs adaptations et leurs modifications, traitées sous forme de sujets BIM au format BCF et intégrées dans une plateforme BIM collaborative (PBC), gérées et « animées » par nos différentes maîtrises d'œuvre.

Nos objectifs MOA durant les phases de travaux

Il est entendu par « BIM en travaux », la gestion des études d'exécution, la direction et la surveillance des travaux au travers du pilotage de la production de maquettes numériques de niveaux EXE, puis de niveaux DOE représentant le plus fidèlement possible le Tel Que Construit (TQC).

Pendant la période de préparation des travaux, puis durant la phase d'exécution des travaux, les entreprises doivent notamment produire des maquettes numériques à un niveau d'étude d'exécution [EXE].

Ces dernières doivent a minima permettre la réalisation de la synthèse d'exécution et surtout la production de plans d'exécution avec le statut Bon Pour Exécution.

Les maquettes numériques d'exécution constituent le support principal des échanges sur chantier, en réunion et pour la communication avec les parties prenantes de la conduite des travaux. Elles servent également de support à l'organisation de la synthèse entre les différents corps de métiers.

Le maître d'œuvre doit donc s'assurer que les maquettes numériques des ouvrages et équipements, ainsi que les documents graphiques, dont ils sont issus, sont mis à jour en fonction des adaptations apportées aux ouvrages et aux bons niveaux de définition.

Ces évolutions et adaptations doivent être modélisées sous forme de fichiers BCF.

Après attribution du marché à l'entreprise choisie pour exécuter les travaux, la cellule de BIM Management pilotée par le maitre d'œuvre, collabore avec le coordinateur BIM de l'entreprise. En réponse à la convention BIM EXE, pièce contractuelle BIM inclue dans le DCE, l'entreprise soumet son plan d'exécution BIM à la maîtrise d'œuvre.

L'entreprise dispose d'une base de données d'entrées constituée par l'ensemble des maquettes numériques réalisées par la MOE en phase de conception sur le périmètre du marché de travaux.

À partir de ces maquettes de conception, l'entreprise aura à sa charge l'élaboration de l'ensemble des maquettes numériques d'études d'exécution ou maquette numériques EXE. Elles constituent les maquettes numériques « dites métiers » pour chaque spécialité de son marché.

Par la suite, le titulaire de chaque marché, agrège ses maquettes métiers en une seule « maquette numérique marché », correspondant à son périmètre contractuel.

Pour rappel, il ne s'agit pas d'unicité de fichier, mais d'unicité de modélisation.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

Les maquettes numériques EXE sont beaucoup plus détaillées que celles de conception, tant sur l'aspect géométrique que sur la donnée contenue dans les objets BIM.

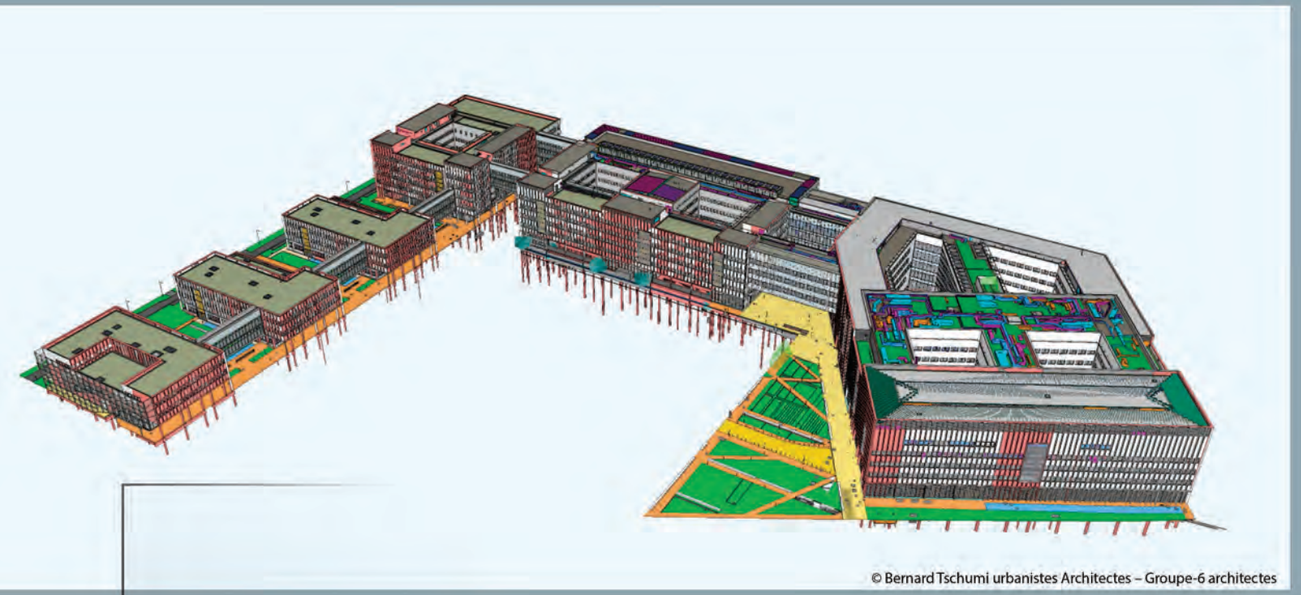
Préalablement à la réception de ses ouvrages, l'entreprise remet à la maîtrise d'œuvre la maquette numérique dite « Tel Que Construit » de son périmètre pour validation. Cela constituera une base de données exploitable par le maitre d'ouvrage.

Cette maquette TQC, à ne pas confondre avec les éléments remis aux exploitants-mainteneurs, doit être conforme à ce qui a été réellement exécuté, tant d'un point de vue géométrique, que du point de vue de l'implantation réelle des ouvrages.

Puisque la phase de travaux intègre un acteur supplémentaire à savoir l'entreprise, la SGP en tant que MOA se doit d'être particulièrement vigilante quant au respect de certains cas d'usages BIM permettant l'atteinte de ses objectifs.

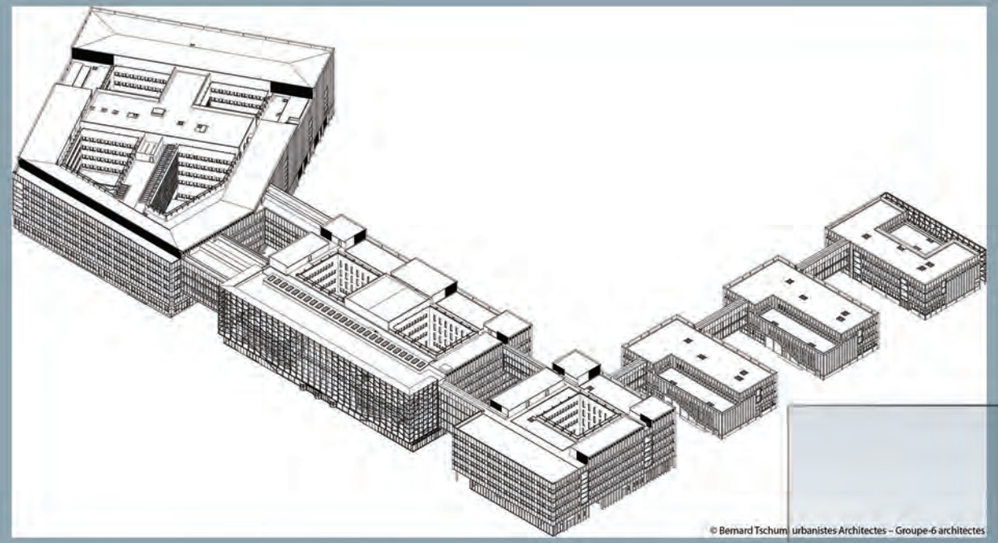
Enfin, dans la continuité de la phase conception, le « BIM en travaux » comprend également la gestion des évolutions des maquettes numériques passant successivement des niveaux PRO, puis EXE et enfin TQC/DOE. Leurs suivis, leurs adaptations et leurs modifications, sont de la même manière modélisés en format BCF et intégrés dans la PBC, gérées par le maître d'œuvre du périmètre concerné.

SACLAY



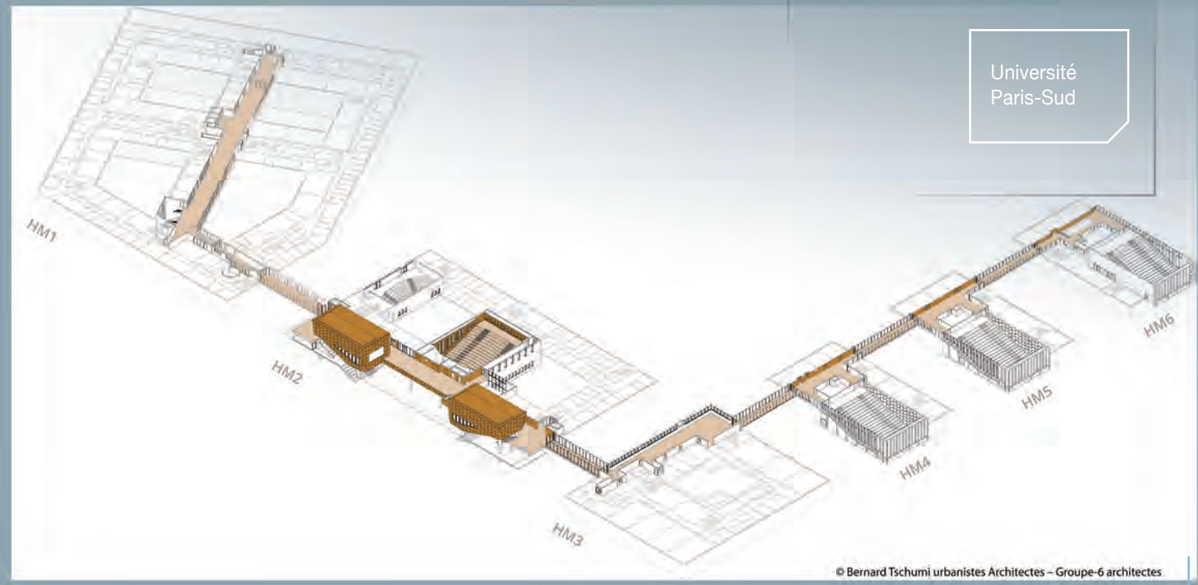
© Bernard Tschumi urbanistes Architectes – Groupe-6 architectes

Dans le cadre de l'opération BPC, l'Université Paris-Sud a choisi, dès le démarrage du projet, de s'inscrire dans une démarche BIM. Ainsi, une maquette numérique sera présentée par les groupements à chaque étape. Un assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO) accompagnera l'Université dans l'exploitation de cette maquette. L'objectif de cette démarche est d'éliminer un maximum d'erreurs de conception, donc d'optimiser le budget et de limiter les travaux supplémentaires lors du chantier. Il s'agit de fiabiliser le contrat.



© Bernard Tschumi urbanistes Architectes – Groupe-6 architectes

Université
Paris-Sud



© Bernard Tschumi urbanistes Architectes – Groupe-6 architectes

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

DIRECTION PILOTAGE, MÉTHODES & OUTILS
GRAND PARIS EXPRESS

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

STRATÉGIE DE DÉPLOIEMENT ET OBJECTIFS DE LA DÉMARCHE BIM

CONFIDENTIALITÉ C1

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

ÉMETTEUR

Date	Indice	Suivi des modifications	Rédaction	Validation
10/11/2017	**1**	**Création du document**	**MAE**	**BCN**
24/03/2021	**2**	**Mise à jour suite aux retours d'expérience**	**NDU**	**BCN**

RÉFÉRENCES

Code GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2

Code GED précédent : USI_02_HPH_CDR_000408_1 (version du 10/11/2017)

0000	**00000**	**TTT**
SECTEUR	OBJET	NIVEAU

(si nécessaire)

Le Grand Paris Express, le numérique et l'innovation 44
La démarche BIM, vecteur de cohérence, de qualité et de performances 44
Le mot du directoire de la Société du Grand Paris 45
Définitions liées à la démarche BIM retenues par SGP 46
Résumé 49

I LA DÉMARCHE BIM, UN LIEN ENTRE LES ACTEURS DU GRAND PARIS EXPRESS 50
1.1 Définition des principales fonctions des acteurs du BIM du GPE 51
1.1.1 Animateur de la démarche BIM SGP 51
1.1.2 Relai BIM 51
1.1.3 Expert fonctionnel BIM 51
1.1.4 BIM Manager 52
1.1.5 Pilotes BIM 52
1.1.6 Coordinateurs BIM 52
1.1.7 Modeleurs BIM 53
1.1.8 Contributeurs BIM 53
1.1.9 Administrateur PBC 53
1.2 Répartition des rôles entre les acteurs du BIM du GPE 54
1.2.1 Répartition des rôles par typologie d'acteurs – marché type Loi MOP 54
1.2.2 Répartition des rôles par typologie d'acteurs – marché type Conception-réalisation 55

II ORGANISER ET STRUCTURER LA DÉMARCHE 55
2.1 Piloter la démarche BIM par les objectifs 55
2.2 Les objectifs BIM de la Société du Grand Paris en tant que MOA 56
2.2.1 Les 5 grands axes des objectifs stratégiques de la démarche BIM 56
2.2.2 Les objectifs BIM pour la MOA 56
2.3 Déclinaison des objectifs BIM pour la MOA au projet 58
2.3.1 Description générale des missions liées à la démarche BIM sur le projet 58
2.3.2 Transcription en usages BIM et/ou objectifs spécifiques métier 60
2.4 Vue d'ensemble de la structure du corpus documentaire BIM 61
2.4.1 Définition et contenu des pièces du corpus documentaire BIM rédigée par la MOA 61
2.4.2 Définition et contenu des pièces pour une passation de marché de type Loi MOP 62
2.4.3 Définition et contenu des pièces pour un marché de type Conception-réalisation 63

III LES FONDAMENTAUX DU BIM À LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS 64
3.1 OPEN BIM et interopérabilité 64
3.2 Plateforme BIM collaborative (PBC) et utilisation des BCF 65
3.2.1 La Plateforme BIM Collaborative de la SGP 65
3.2.2 Les Plateformes BIM Collaborative sur chaque ligne 66
3.2.3 Les sujets BIM et l'utilisation des fichiers BCF par la SGP 67

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

3.3 Exigences de géoréférencement et système de coordonnées du projet du GPE 67
3.3.1 Système de coordonnées du GPE 68
3.3.2 Autres systèmes de coordonnées 68
3.4 Liens du BIM avec le SIG et la maquette territoriale 3D 68
3.5 Codification et gestion de configuration 69
3.6 La fabrique du métro, sensibilisation de la jeunesse et insertion professionnelle 69

ANNEXE I DOCUMENTS DE RÉFÉRENCES, NORMES ET PARTENARIATS 70
1 Documents de références françaises 70
2 Normes AFNOR, CEN et ISO 71
3 Documents de référence du Grand Paris Express 72
4 Partenariats de la Société du Grand Paris 72
4.1 Projet national MINnD 72
4.2 BuildingSMART France 72
4.3 BIM WORLD PARIS 73
4.4 Mastère Spécialisé® BIM ENPC / ESTP 73

ANNEXE II GLOSSAIRE BIM, DÉFINITIONS, SIGLES ET ACRONYMES 74
1 Définitions du BIM retenues par la SGP 74
1.1 La démarche BIM 74
1.2 Maquettes numériques et base de données 74
1.3 Les différents types de maquettes numériques du GPE 75
2 Définition des différents niveaux de détail 77
3 Autres définitions et acronymes 79

LISTE DES FIGURES

Figure 1 – Les différents acteurs d'une démarche BIM 46
Figure 2 - La démarche BIM couvre tout le cycle de vie du projet 47
Figure 3 - Documents rédigés par MOA et ses AMO 61
Figure 4 - Documents rédigés par le BIM Management (Pilotes BIM - MOE) 62
Figure 5 - Documents rédigés par le BIM Management (Coordinateurs BIM - Entreprises) 62
Figure 6 - Documents rédigés par le BIM Management (BIM Manager - ATMO) 63
Figure 7 - Documents rédigés par le BIM Management (Coordinateurs BIM - Titulaires) 63
Figure 8 : L'Assemblage des différents types de Maquettes numériques du GPE 76
Figure 9 : Assemblage des MN globales constituant LA Maquette numérique du GPE 77

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - RACI MOA, MOE, Entreprises 54
Tableau 2 - RACI MOA, ATMO, Groupement Conception-Réalisation 55
Tableau 3 - Documents de références françaises 70
Tableau 4 – Normes AFNOR, CEN et ISO 71
Tableau 5 – Référence GED des documents de références GPE 72

LE GRAND PARIS EXPRESS, LE NUMÉRIQUE ET L'INNOVATION

La Société du Grand Paris (SGP) est un établissement public industriel et commercial créé par la loi n°2010-597 du 3 juin 2010 relative au Grand Paris et régi par le décret n° 2010-756 du 7 juillet 2010. Elle est le maître d'ouvrage des projets d'infrastructures composant le réseau de transport public du Grand Paris et mène des opérations d'aménagement et de constructions. Le schéma d'ensemble du réseau de transport du Grand Paris a été approuvé par décret en Conseil d'État en date du 24 août 2011. Il est accessible sur le site Internet de la Société du Grand Paris www.SOCIÉTÉdugrandparis.fr.

La SGP a pour mission principale d'étudier et de réaliser le métro du Grand Paris Express (GPE), représentant 200 km de lignes, 68 gares et près de 26 milliards d'euros d'investissement. C'est un programme ambitieux, qui s'inscrit parmi les plus grands projets d'infrastructures de transports urbains au monde, doublé d'un enjeu majeur pour la qualité de vie des habitants et des visiteurs franciliens amenés à s'y déplacer, autant que pour la compétitivité de la métropole.

Elle veut mettre à profit cette réalisation majeure pour soutenir l'innovation dans de nombreux domaines, afin de faire du GPE l'expression concrète des avancées sur les mobilités du XXIème siècle, en particulier en ce qui concerne les technologies numériques au service des contributeurs du projet, des usagers, des mainteneurs et des exploitants. L'ambition fixée est de faire du futur métro du Grand Paris l'autoroute digitale et la plateforme d'innovation ouverte qui soutiendra le développement urbain et économique de l'Ile-de-France, au service de la vie quotidienne de ses 12 millions d'habitants.

Une des cibles est de permettre aux personnes utilisatrices de devenir des voyageurs actifs et en éveil, en transformant le temps de déplacement en temps utile. En effet, la réalisation de l'un des plus vastes réseaux de transport au monde est aussi l'opportunité de construire le dispositif central d'une chaîne d'informations et de services numériques.

Dans ce domaine, il s'agit d'imaginer les évolutions à venir, de les anticiper pour permettre leur réalisation, mais également de soutenir et favoriser la production comme la diffusion des innovations et compétences associées, au sein des entreprises françaises et européennes, ainsi que de leurs salariés, dans le but de contribuer à leur leadership sur le plan international.

L'offre de transport devra donc être enrichie de services et les technologies numériques ouvrent cette possibilité. En s'appuyant sur ce potentiel, la Société du Grand Paris va construire un métro innovant et digital.

LA DÉMARCHE BIM, VECTEUR DE COHÉRENCE, DE QUALITÉ ET DE PERFORMANCES

Une des premières impulsions à cette volonté forte de porter l'innovation numérique a consisté, dès 2015, à déployer une démarche BIM, en exploiter les maquettes numériques et les bases de données associées ; depuis les phases de conception, jusqu'aux phases de réception des ouvrages et équipements, en tant que facilitateur de compréhension, outil d'aide à la décision et support à la gestion de projet.

Les attendus de la démarche BIM sont multiples et concernent notamment la collaboration entre tous les acteurs du GPE et tous les métiers, la cohérence et la continuité numérique tout au long du cycle de vie du projet, la meilleure maîtrise des phases de conception et de construction, l'amélioration de la qualité et de la performance, ainsi qu'un futur support à la gestion de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages et installations construits.

La maîtrise de ces méthodologies émergeantes de travail collaboratif est un enjeu collectif majeur de compétitivité pour tous les acteurs du secteur de l'infrastructure, à l'heure où de nombreux pays ont déjà légiféré pour rendre le BIM obligatoire dans le processus de réalisation des ouvrages publics.

LE MOT DU DIRECTOIRE DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

La Société du Grand Paris, sans attendre une législation en imposant l'usage souhaitait en 2015 insuffler la mise en place d'un nouveau paradigme dans l'acte de concevoir et de construire une infrastructure, en exigeant la mise en œuvre des méthodologies issues de la démarche BIM.

Cette décision était l'expression d'une initiative et d'une volonté qui permettront à l'ensemble des partenaires et prestataires du projet du Grand Paris Express de développer leurs compétences dans ce domaine. Il s'agissait donc de coconstruire ensemble, sous l'impulsion de la Société du Grand Paris et dans une logique de dialogue avec l'ensemble des parties prenantes que sont notamment les ingénieries, les architectes et les entreprises de travaux, une démarche structurée, formalisée avec des objectifs concrets et pragmatiques qui posent les bases des futurs standards de ce domaine d'excellence.

Pour la Société du Grand Paris, le BIM est un moyen et non une fin en soi. C'est un formidable levier pour maîtriser la collaboration entre tous les acteurs, la cohérence d'ensemble, la complexité technique et la multitude des informations, des données et des intervenants. C'est donc un vecteur puissant pour gérer, maîtriser et appréhender la complexité d'une infrastructure de transport aussi importante que celle du Grand Paris Express. Ce processus facilitera également les opérations de maintenance, sécurisera le fonctionnement et offrira de potentielles optimisations des coûts associés.

Désirant l'adhésion de tous pour une collaboration sans faille au service de cette ambition collective et de rupture pour le futur, la Société du Grand Paris souhaite offrir à tous les contributeurs de la réalisation du Grand Paris Express, l'opportunité de participer à cette démarche de dimension mondiale.

Après plusieurs années de déploiement, il nous est apparu nécessaire de faire un premier bilan d'étape, de mettre à jour notre Charte BIM et d'en partager les éléments de retours d'expérience, avec l'ensemble des acteurs du monde de l'infrastructure.

Nous avions initié le déploiement d'une démarche BIM, afin de nous permettre, en tant que maîtrise d'ouvrage, de disposer de la visibilité, de la transparence et du niveau de contrôle nécessaires et suffisants pour atteindre nos objectifs techniques, calendaires et financiers.

La SGP « ne fait pas un projet BIM, elle fait un projet en BIM ». Nous avons fait le choix d'utiliser les maquettes numériques et la base de données associées, dès lors que cela nous permet de faciliter et d'améliorer le pilotage et le suivi des marchés, tant en conception, qu'en réalisation ; ou que cela contribue à améliorer notre vision de l'atteinte des objectifs de gestion de projet.

Il nous parait enfin nécessaire de préciser que la démarche BIM contribue à améliorer l'efficience de la gestion de projet, sa qualité et ses performances. Elle n'a pas pour vocation de remplacer ou révolutionner les métiers « traditionnels » du management de projet. Elle n'impacte « que » leurs relations et leur collaboration, elle permet d'améliorer, de fluidifier, de stabiliser et de pérenniser les échanges de données cohérentes et utiles pour tous les acteurs, tous les métiers et toutes les phases.

23/03/2021, Bernard Cathelain,
Membre du directoire de la Société du Grand Paris

DÉFINITIONS[4] LIÉES À LA DÉMARCHE BIM RETENUES PAR SGP

La « transition numérique » impacte l'ensemble des domaines d'activité, individuel et collectif, personnel et professionnel. Elle constitue un véritable enjeu pour tous les corps de métiers en termes de qualité, de performances et de gestion des solutions techniques.

Dans ce domaine comme pour d'autres, la Société du Grand Paris souhaite promouvoir et soutenir l'innovation et contribuer à favoriser son appropriation et son déploiement chez l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur qu'elle pilote en tant que maîtrise d'ouvrage.

Dans l'acte de concevoir et de construire une infrastructure, la démarche B.I.M vient supporter cette transition en tant que méthode de travail collaboratif au service de la gestion de projet.

Cette collaboration attendue entre tous les acteurs et tout au long du cycle de vie du projet, s'appuie sur un échange de données, modélisées et intégrées aux maquettes numériques[1].

Par « tous les acteurs », on désigne aussi bien, les maîtrises d'ouvrages, les architectes, les maitres d'œuvre, les bureaux d'études, de contrôle, les entreprises de travaux, que l'ensemble des parties prenantes de l'exploitation et de la maintenance des ouvrages.

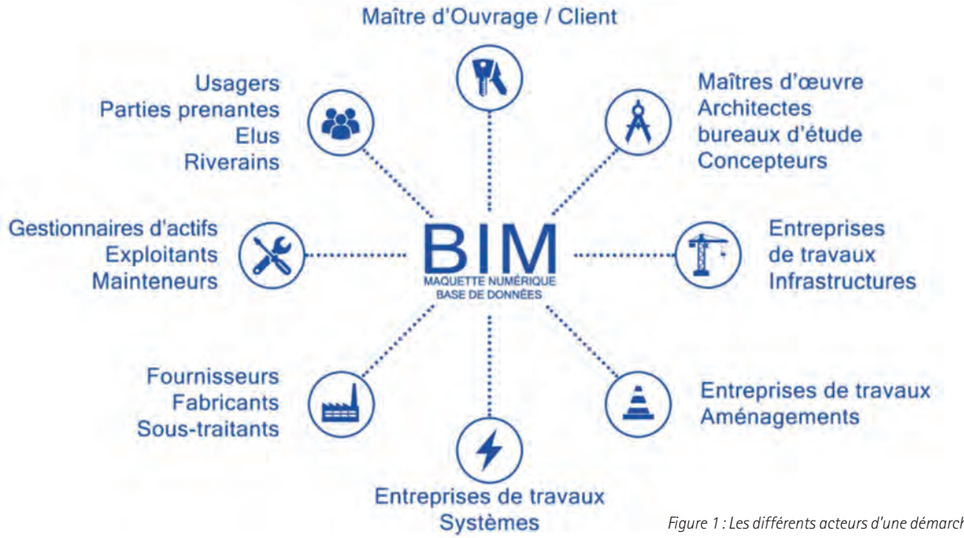


Figure 1 : Les différents acteurs d'une démarche BIM

[4] *Voir également : ANNEXE 2 : GLOSSAIRE BIM, DÉFINITIONS, SIGLES ET ACRONYMES*

Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

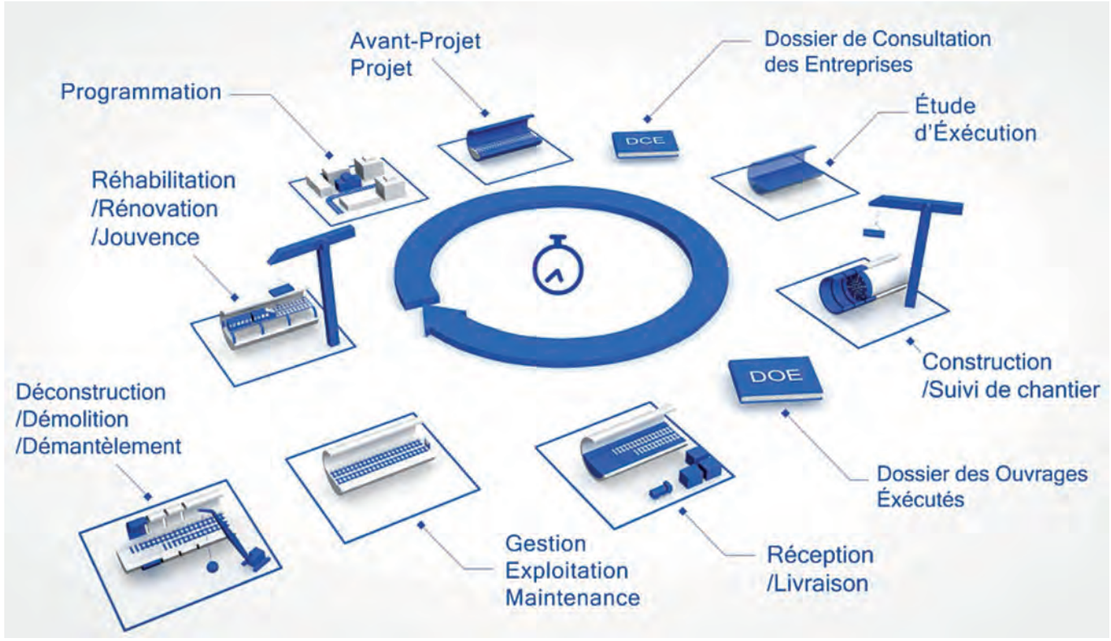


Figure 2 - La démarche BIM couvre tout le cycle de vie du projet

Et « tout au long du cycle de vie », signifie que la démarche BIM couvre et concerne toutes les différentes phases du projet, depuis la programmation, jusqu'à la déconstruction ou la réhabilitation des ouvrages et équipements, qui le composent.

Dans la démarche BIM, chaque intervenant du projet, crée, renseigne et utilise les maquettes numériques et les bases de données associées ; en tire les informations dont il a besoin pour son métier, les exploite, les met à jour et, le cas échéant, alimente la base de données de nouvelles informations.

Au final, la démarche BIM aboutit à la création et l'utilisation d'un modèle virtuel structuré et renseigné, une représentation nominale du projet, de ses caractéristiques géométriques, de ses propriétés fonctionnelles et comportementales.

L'acronyme BIM est d'origine anglo-saxonne et a trois significations : *Building Information Modelling*, *Building Information Management* et *Building Information Model.*

- BIM pour « *Building Information Modelling* » : processus de modélisation, d'élaboration, d'agrégation et d'exploitation de l'ensemble des données des différents ouvrages et équipements composants le projet.
- BIM pour BIM Management « *Building Information Management* » : mode d'organisation de projet nécessaire à la mise en œuvre du travail collaboratif. Ce mode d'organisation permet notamment l'établissement, le suivi, le contrôle et l'échange des différentes maquettes numériques et bases de données associées.
- Et enfin BIM pour « *Building Information Model* » (US) : modèle de données décrivant un projet, constitué d'un ensemble données « hébergées » par des maquettes numériques et une base de données associée.

Cet acronyme regroupe donc à la fois les notions de Maquettes Numériques, de processus de travail collaboratif, de management des processus, des acteurs, des logiciels et du matériel, ainsi que le management des « informations BIM » relatives au projet, qu'il s'agisse d'une construction neuve ou d'une réhabilitation, d'un projet de bâtiments ou d'infrastructures.

Pour plus de précision cf. Définitions du BIM retenues par la SGP[1], p. 44.

Pour réussir le déploiement de la démarche BIM, il convient donc de maîtriser ces trois approches de manière pragmatique, raisonnée, cohérente et concourante. Tout en restant ambitieuse, cette démarche doit s'intégrer progressivement pour rester bénéfique à tous. Dans ce cadre, l'accompagnement des acteurs est primordial.

Ce sont les différents usages des modélisations issues de la démarche BIM, qui constitue une forte valeur ajoutée.

Le Projet du GPE, de par sa taille, sa complexité, sa diversité et sa temporalité, se veut être l'un des projets d'infrastructure française constituant une référence pour cette transformation de secteur. L'objectif in fine est, à travers les cas d'usage BIM, de développer la confiance dans la continuité numérique, les connaissances et les compétences des acteurs du GPE.

La SGP, en tant que maîtrise d'ouvrage publique, souhaite impulser de manière volontariste cette initiative. Pour cela, elle ambitionne de déployer un écosystème BIM stable et fiable avec ses partenaires et prestataires, pour permettre une collaboration véritablement fructueuse, efficace, nécessaire à la réalisation de cette ambition.

La présente Charte BIM a pour objet de partager cette volonté, de faciliter la compréhension des ambitions de la démarche BIM pour le Grand Paris Express, d'en présenter les stratégies et attendus principaux.

Cette mise à jour de la Charte BIM intervient dans le cadre de l'amélioration continue de la démarche BIM. Le BIM est une spécialité qui évolue rapidement et va continuer sa progression dans les années à venir. La montée en maturité des acteurs couplée à l'amélioration des outils et des processus doit permettre une amélioration naturelle du BIM.

La SGP évolue également dans cet écosystème, la mise à jour de la charte fait écho à ces évolutions. Cette nouvelle version de la Charte BIM vient préciser, avec le pragmatisme de l'expérience, les objectifs de la précédente version sans pour autant bouleverser les bases existantes.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

Il est enfin précisé que ce document, contrairement aux autres pièces du corpus documentaire BIM, ne constitue pas une pièce contractuelle[5].

La totalité des informations présentes dans ce document découle de la mise à jour de la précédente version, aucune réclamation ne pourra être demandée suite à sa diffusion.

RÉSUMÉ

Conformément aux différentes recommandations de BuildingSMART France et du projet national MINnD, le présent document décrit la politique en termes d'objectifs de qualité et de performances attendus. Il détaille également la stratégie de la démarche BIM, que la SGP a décidé d'adopter pour sa propre montée en maturité BIM en tant que MOA et la formation de ses collaborateurs. Les objectifs visés par la SGP consistent à exploiter efficacement les Maquettes numériques en vue de faciliter et d'accompagner la gestion du projet, ainsi que de capitaliser ses expériences et ses connaissances en matière de BIM.

Ce document est public et précise à tous les intervenants du GPE, les ambitions, les objectifs et le plan de déploiement SGP de la démarche BIM. Il est purement informatif vis-à-vis des tiers et n'est pas contractuel.

Il précise les objectifs métiers et les usages BIM attendus sur le projet du GPE, c'est-à-dire ses « besoins numériques » à satisfaire. On y retrouve notamment les éléments :

- D'organisation, répartition des rôles et contenus des différents pièces du corpus documentaire ;
- Des exigences de structuration, géoréfencement et de formats de données ;
- D'attendus d'accès et d'exploitation de la donnée, au travers de sa Plateforme BIM Collaborative.

La Charte BIM du Grand Paris Express est un document stratégique, rédigé par les équipes du Maître d'Ouvrage : SGP sur la base des besoins et exigences exprimés par ses collaborateurs. Elle a été mise à jour, en s'appuyant sur les documents contractuels rédigés par les équipes d'AMO, de BIM Management des MOE ou celles de l' ATMO.

[5] Les présentations du contexte et du projet du Grand Paris Express, ainsi que celle de l'organisation de la Société du Grand Paris, se trouvent dans les pièces contractuelles et notamment dans les notices, plans de management de projet et les cahiers des charges des marchés. Ces présentations ne sont donc pas reprises dans le présent document.

I. LA DÉMARCHE BIM, UN LIEN ENTRE LES ACTEURS DU GRAND PARIS EXPRESS

La démarche BIM portée par la Société du Grand Paris est globale et implique chaque acteur du projet à son niveau :

- Maître d'ouvrage et assistance à maîtrise d'ouvrage : pour la définition de la stratégie de déploiement, la définition des objectifs et des usages attendus, l'organisation et la structuration contractuelle à l'échelle du projet, ainsi que la montée en maturité de la SGP en vue d'une utilisation efficace des maquettes numérique (cf. fonctions types : Animateur de la démarche BIM SGP et Relai BIM) ;
- Maître d'œuvre, Architectes, Ingénieries, Assistance Technique à Maîtrise d'Ouvrage (pour les marchés de conception-réalisation) : pour une conception optimisée avec la démarche BIM, la modélisation des maquettes numériques de conception et le pilotage des missions BIM des titulaires de marchés de travaux (cf. fonctions types : BIM Manager, Pilotes BIM, Modeleurs BIM et Contributeurs BIM) ;
- Titulaires de marchés de travaux, de Génie Civil (GC), Tous Corps d'État (TCE), d'aménagement, designers, équipementiers, industriels, fournisseurs, titulaires des marchés système, matériel roulant et automatisme de conduite : pour la réalisation du projet en BIM, la modélisation des maquettes numériques d'étude d'exécution, le suivi de chantier en BIM et la constitution du Dossier des Ouvrages Exécutés numérique, à partir du recalage des maquettes numériques représentant le Tels Que Construits et Tels Que Posés (cf. fonctions types : Coordinateurs BIM, Modeleurs BIM et Contributeurs BIM) ;
- Partenaires, SNCF, RATP, Île-de-France mobilités, Concessionnaires : pour un partage d'informations et des données interopérables et consolidables dans une démarche BIM ;
- Territoires et Collectivités : pour une collaboration et une concertation renforcée avec la Société du Grand Paris ;
- Petites, moyennes, grandes entreprises, françaises, européennes, internationales : pour un BIM pragmatique en adéquation avec les besoins de chacun.

Par convention d'usage sur le projet du Grand Paris Express, le BIM Management se décline en trois fonctions : BIM Manager, Pilotes BIM et Coordinateurs BIM.

Les Pilotes BIM et les Coordinateurs BIM sont également des BIM Manager mais dans un périmètre plus restreint, lié au marché dont leur entité est titulaire.

BIM Manager, Pilotes BIM et Coordinateurs BIM doivent cumuler des compétences :

- **De management de projet**, afin d'organiser les équipes, d'assurer la rédaction des pièces prescriptives et contractuelles, ainsi qu'assurer le suivi des livrables et de gestions d'incohérences ;
- **D'Informatiques** nécessaires pour l'élaboration, l'assemblage des maquettes numériques et les bases de données associées, en vérifier la qualité et la conformité des codification/structuration des livrables, définir la cohérence de l'ensemble et assurer la coordination entre les différents métiers et acteurs.
- **Dites « Métiers »** pour une analyse critique du « contenu » des différentes maquettes numériques et pour rendre compte à la Direction de Projet, avec une sensibilité « métier » et non « informatique » de la validation de conformité et cohérence des livrables.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

1.1 Définition des principales fonctions des acteurs du BIM du GPE

1.1.1 Animateur de la démarche BIM SGP

Cette fonction est assurée par à un collaborateur de la SGP (unité MQO). Cette fonction est parfois dénommée d'un référent BIM dans d'autres entités.

Ses missions sont les suivantes :

- Définir avec le directoire SGP, la stratégie de déploiement de la démarche BIM ;
- Orienter le déploiement au sein des directions ;
- Accompagner la Direction des Systèmes d'Information pour la mise en place d'un SI adapté ;
- Animer le réseau des acteurs SGP de la démarche BIM (Relai BIM et référents BIM) ;
- Accompagner la conduite du changement dans la relation entre les métiers de la SGP ;
- Assurer la montée en maturité BIM des collaborateurs de la SGP ;
- Définir et mettre en œuvre la formation adaptée aux besoins des collaborateurs de la SGP ;
- Participer aux groupes de travail français du BIM et contribuer à son déploiement dans le monde de l'infrastructure française (interventions/participations projet MINnD, BIM World paris, Mastère Spécialisé BIM ENPC/ESTP).

1.1.2 Relai BIM

Cette fonction est assurée par à un collaborateur de la SGP (directions LGN, STE, DGV).

Ses missions sont les suivantes :

- Décliner la stratégie contractuelle du BIM établie par le Directeur de Projet (MOA) en conformité avec la stratégie BIM décidée par le directoire SGP ;
- Assurer la gestion contractuelle et financière du BIM ;
- Faire remonter les expressions besoins d'usages BIM des collaborateurs de sa direction et assurer leur satisfaction ;
- Piloter la rédaction des pièces du corpus documentaire BIM de sa direction ;
- Contrôler la satisfaction des exigences du corpus documentaire BIM ;
- S'assurer de la bonne collaboration entre les Acteurs BIM du GPE ;
- Mettre à disposition l'ensemble des pièces du corpus documentaire BIM et les données d'entrée.

A titre d'information, il assure également, avec le support de l'Animateur de la démarche BIM SGP, le déploiement de la démarche BIM au sein de sa direction, vers un usage plus quotidien et plus ambitieux en termes d'objectifs métiers et Usages BIM au service de la MOA, notamment en ce qui concerne la maîtrise des solutions techniques proposées, des coûts et des délais.

Le Relai BIM réfère au Directeur de Projet (MOA en charge du projet), qui est le décisionnaire en ce qui concerne les missions liées au BIM. La plupart du temps il est également en étroite relation avec l'adjoint au directeur de projet transverse de la ligne.

1.1.3 Expert fonctionnel BIM

Cette fonction n'est assurée que par à un collaborateur de la SGP (unité DSI).

Ses missions sont les suivantes :

- Assister les Relai BIM et Animateur de la démarche BIM SGP pour la définition des systèmes d'information, logiciels et matériels

nécessaires au déploiement de la démarche BIM ;
- Assurer l'acquisition, la mise en œuvre, ainsi que le maintien des systèmes d'information logiciels et matériels nécessaires à la démarche BIM et aux usages BIM ;
- S'assurer de la satisfaction des besoins des Relai BIM et des collaborateurs SGP concernés ;
- Étudier les usages pour les outiller en cohérence et en assurant les interfaces outils pour garantir l'interopérabilité des données entre plateformes ;
- Conseiller l'intégration des outils pour la gestion de projet en BIM.

1.1.4 BIM Manager

Dans la plupart des cas cette fonction est assurée par à un collaborateur MOE-I ou MOE-SM. Il est affecté à une étape ou plusieurs étapes du projet (conception, puis exécution des travaux). Il anime l'ensemble des Pilotes BIM identifiés pour le projet considéré.

Le BIM Manager est en charge de mettre en place et de contrôler les exigences, les obligations, les usages et les pratiques liés à la démarche BIM.

En phases de conception, le BIM Manager est également responsable de l'élaboration de la convention BIM et garant de la bonne mise en œuvre des méthodologies et des usages BIM pendant les études AVP et PRO.

En phases de travaux, il garantit le contrôle la satisfaction des exigences, l'efficience des usages BIM et la qualité des données en cours de production par les entreprises.

Pour les marchés en conception-réalisation, cette fonction de BIM Manager est assurée par à un collaborateur ATMO, uniquement pour les missions décrites ci-dessus de BIM Management et de Rédaction des pièces du corpus documentaire BIM. Les missions de Building Information Modelling seront confiées au Coordinateurs BIM du concepteur-réalisateur.

1.1.5 Pilotes BIM

Dans la plupart des cas cette fonction est assurée par à un MOE. Il est affecté à une étape ou plusieurs étapes d'un projet.

Le Pilotes BIM réfère au BIM Manager.

Il est le référent de son marché et est donc en contact direct avec le BIM Manager.

En phases de conception, il anime les équipes de Modeleurs BIM et de Contributeurs BIM de son marché. Il est responsable de la gestion et de la coordination des différentes Maquettes numériques métiers, c.à.d. des modélisations de conception, de son marché.

En phases de travaux, il contrôle et valide les missions et livrables des entreprises, en collaboration avec le BIM Manager et les Coordinateurs BIM des marchés, qu'il pilote.

Pour les marchés en conception-réalisation, cette fonction de Pilotes BIM n'existe pas et l'ensemble des missions décrites ci-dessus seront confiées au Coordinateurs BIM du concepteur-réalisateur.

1.1.6 Coordinateurs BIM

La fonction de Coordinateurs BIM est uniquement assurée par un collaborateur d'une Entreprise, aussi bien pour des marchés passés sur le modèle de loi MOP, que pour des marchés passés en conception-réalisation.

Il est le référent de son marché et est donc en contact direct avec le Pilotes BIM (en loi MOP) et avec le BIM Manager en conception-réalisation.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

Il anime les équipes de Modeleurs BIM et de Contributeurs BIM de son marché. Il est responsable de la gestion et de la coordination des différentes Maquettes numériques métiers de son marché.

Le Coordinateurs BIM réfère au Pilotes BIM (en loi MOP) et au BIM Manager en conception-réalisation.

1.1.7 Modeleurs BIM

Il est principalement en charge l'élaboration des Maquettes numériques de son métier, puis de la génération des livrables issus des Maquettes numériques, ainsi que des livrables prévus dans la convention BIM ou dans le Plan de mise en œuvre du BIM (suivant la phase du projet).

C'est un dessinateur-projeteur expert des logiciels de modélisation des Maquettes numériques et du Building Information Modelling.

Il réfère au Pilotes BIM en phase de conception et/ou au Coordinateurs BIM en phase de travaux.

1.1.8 Contributeurs BIM

Il contribue à l'élaboration de la Base de données associée aux Maquettes numériques BIM, en particulier en ajoutant sa valeur ajoutée à la Maquette 3D (planning, métrés, estimatifs, etc.).

Il participe à l'établissement des Maquettes numériques en apportant les éléments de contenus pour les propriétés à renseigner par le Modeleurs BIM.

Il modélise éventuellement en BIM, en venant par exemple ajouter certaines Propriété d'objet BIM. Il peut être ingénieur, technicien, chargé d'étude, économiste de la construction, métreur, planificateur, juriste, commercial, etc.

Tout intervenant impliqué dans la convention BIM ou dans le Plan de mise en œuvre du BIM peut être considéré comme Contributeur BIM.

Il réfère au Pilotes BIM en phase de conception et au Coordinateurs BIM en phase travaux.

1.1.9 Administrateur PBC

Cette fonction peut également être rattachée au BIM Manager en marché type Loi MOP ou au Coordinateurs BIM pour les marchés de type conception-réalisation.

L'administrateur PBC est responsable de la mise en œuvre de la Plateforme BIM Collaborative (PBC) pour répondre aux besoins du projet.

Il est en connaissance des exigences normatives de collaboration BIM (ISO 19650-1 et 2).

Il participe à l'établissement des processus de collaboration et de validation au sein de la PBC.

1.2 Répartition des rôles entre les acteurs du BIM du GPE

1.2.1 Répartition des rôles par typologie d'acteurs – marché type Loi MOP

Typologie de rôles : **R : Responsable / Réalise** **A : Approuve / Décide** **C : Contribue / Collaboration** **I : pour Information**	**DIRECTION LGN**	**DIRECTION STE**	**MOE-I ET MOE-SM**	**MOE-S ET MOE-MR/AC**	**TITULAIRES GENIE CIVIL**	**TITULAIRES AMENAGEMENTS**	**TITULAIRES SYSTEMES**	**TITULAIRES MR ET AC**
Rédaction pièces contractuelles MOE Infrastructures et Centre d'Exploitation Maintenance	R	I	-	-	-	-	-	-
BIM management et gestion cellule de synthèse en Gare, Ouvrages Annexes et Centre d'Exploitation Maintenance	A	I	R	C	C	C	C	C
Modélisation maquettes numériques de conception de Corps d'État Architecturaux, Génie Civil, Aménagements, Tous Corps d'État	A	I	R	C	-	-	-	-
Rédaction pièces contractuelles MOE Systèmes, Matériel Roulant et Automatisme de Conduite	I	R	-	-	-	-	-	-
BIM management et gestion cellule de synthèse en Tunnel	I	A	C	R	C	C	C	C
Modélisation maquettes numériques de conception de Systèmes, Matériel Roulant et Automatisme de Conduite	I	A	C	R	-	-	-	-
Rédaction pièces contractuelles titulaires marchés de Corps d'État Architecturaux, Génie Civil, Aménagements, Tous Corps d'État	A	I	R	C	-	-	-	-
Modélisation maquettes numériques de réalisation des travaux de Génie Civil	I	I	A	I	R	I	I	I
Modélisation maquettes numériques de réalisation des travaux de Corps d'État Architecturaux, Aménagements, Tous Corps d'État	I	I	A	I	I	R	I	I
Rédaction pièces contractuelles titulaires marchés de Systèmes, Matériel Roulant et Automatisme de Conduite	I	A	C	R	-	-	-	-
Modélisation maquettes numériques de réalisation des travaux Systèmes	I	I	I	A	I	I	R	I
Modélisation maquettes numériques de réalisation des marchés Matériel Roulant et Automatisme de Conduite	I	I	I	A	I	I	I	R

Tableau 1 - RACI MOA, MOE, Entreprises
MOE-I / MOE-SM / MOE-S / MOE-MR/AC : cf. ANNEXE 2 : GLOSSAIRE BIM, DÉFINITIONS, SIGLES ET ACRONYMES

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

1.2.2 Répartition des rôles par typologie d'acteurs – marché type Conception-réalisation

Typologie de rôles : **R : Responsable / Réalise** **C : Contribue / Collaboration** **A : Approuve / Décide** **I : pour Information**	**DIRECTION LGN**	**ATMO**	**TITULAIRES MARCHÉS**	**MOE-S ET MOE-MR/AC**
Rédaction pièces contractuelles ATMO	R	-	-	-
Rédaction pièces contractuelles des marchés Conception-réalisation	A	R	-	-
Suivi contractuel des marchés Conception-réalisation (contrôle / validation)	A	R	-	-
BIM management, gestion cellule de synthèse, modélisation maquettes numériques de conception et de réalisation des travaux	I	A	R	-
Le MOE-S assure le pilotage BIM des marchés GO2 et GO3, et le MOE-MR/AC assure le pilotage des marchés du GO4 et GO5, hors GO5.3 – Equipements industriels	I	I	I	R

Tableau 2 - RACI MOA, ATMO, Groupement Conception-Réalisation
ATMO : CF. ANNEXE 2 : GLOSSAIRE BIM, DÉFINITIONS, SIGLES ET ACRONYMES

II. ORGANISER ET STRUCTURER LA DÉMARCHE

L'ensemble des acteurs du projet étant concerné et au regard des dimensions hors norme du Grand Paris Express, l'organisation claire de la démarche et des rôles et responsabilités de chacun est fondamentale.

2.1 Piloter la démarche BIM par les objectifs

Afin de clarifier et détailler les attentes liées à la démarche BIM, la Société du Grand Paris a décidé d'engager une approche pragmatique et progressive centrée sur des objectifs.

Il s'agit de convertir les objectifs généraux du projet du GPE, en objectifs opérationnels BIM, eux-mêmes déclinés en « cas usages BIM ».

Cette approche structurée s'appuie notamment sur un corpus documentaire cohérent permettant à tous les acteurs de s'approprier la démarche et de la mettre en œuvre sur le plan opérationnel.

Ces documents sont évolutifs par nature du fait du contexte BIM : les évolutions technologiques correspondantes mais aussi des innovations proposées par les acteurs du Grand Paris Express doivent permettre de positionner cette démarche dans une logique d'amélioration continue qui s'inscrive dans la durée du projet.

2.2 Les objectifs BIM de la Société du Grand Paris en tant que MOA

2.2.1 Les 5 grands axes des objectifs stratégiques de la démarche BIM

Au travers du déploiement de la démarche BIM, la Société du Grand Paris souhaite à minima atteindre les objectifs, définis dans les chapitres suivants.

Elle encourage ses partenaires à développer des initiatives y participant ou même les élargissant, suivant 5 axes au service de la gestion de projet pour la maîtrise d'ouvrage et au regard :

- De la maîtrise technique, de la qualité, de la performance et exigences QSE et RSE ;
- De la maîtrise des coûts et des délais ;
- Du BIM Management et de l'efficience des utilisations attendues des Maquettes numériques ;
- De la concertation, de la communication et en tant qu'outil d'aide à la décision ;
- De la gestion technique du patrimoine et de la gestion de configuration, par les futurs exploitants-mainteneurs.

2.2.2 Les objectifs BIM pour la MOA

La démarche BIM de la SGP est définie pour les différents marchés de MOE, d'ATMO et d'Entreprises titulaires, suivant les préconisations décrites ci-après, applicables à l'ensemble des acteurs BIM du GPE.

Elle a pour objectif stratégique de constituer un référentiel de données unique et partagé entre tous les acteurs et tout au long du cycle de vie du projet : programmation, conception, réalisation et proposer une vision de l'exploitation, maintenance et déconstruction au futur exploitant/mainteneur.

Cette ambition répond au besoin de continuité numérique et participe à la maîtrise des performances, coûts et délais du projet du Grand Paris Express, dans une logique de Travail collaboratif et d'échange de Maquettes numériques et de données, et en limitant les risques liés à leur ressaisie par des acteurs différents.

« La Maquette Numérique du GPE », ou plutôt la modélisation globale du GPE, se veut être une description géométrique, spatiale et fonctionnelle, enrichie de l'ensemble des informations nécessaires aux objectifs métiers et Usages BIM. Ces derniers sont définis précisément dans les pièces contractuelles des différents marchés et indiqués à titre d'information dans les chapitres suivants.

Par convention d'usage sur le GPE, par « La Maquette Numérique du GPE » on entend : unicité de modélisation et non de fichier, une Maquette Numérique pouvant être constitué de l'assemblage de plusieurs fichiers.

La disponibilité de l'ensemble de ces données et informations en un seul lieu confère également à « La Maquette Numérique du GPE » le rôle de passerelle, permettant à tous les outils logiciels des différents acteurs et des différents métiers, de collaborer, de travailler ensemble et d'exploiter cette même base de données centralisée, fiable, cohérente et pérenne. Pour cela, la modélisation se doit d'être, bien structurée, facilement exploitable et interopérable.

Pour rappel la SGP a choisi de retenir la définition de l'Interopérabilité, comme la capacité d'échanger des données entre les différents outils logiciels, dans un standard neutre et ouvert sans dépendre d'un acteur ou d'un outil ou même d'un éditeur en particulier. Elle se comprend également comme la capacité des outils logiciels à communiquer sans aucune intervention humaine.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

2.2.2.1 Maîtrise technique, de la qualité, de la performance et exigences QSE et RSE

En termes de gestion de projet et au regard de la maîtrise technique, de la qualité, de la performance, la Maquette numérique du GPE vise notamment à :

- Permettre à la SGP de disposer de la visibilité, de la transparence et du niveau de contrôle nécessaires et suffisants pour atteindre les objectifs techniques, calendaires et financiers tout au long du cycle de vie du projet ;
- Être le reflet de l'avancement et des modifications du projet tout le long du cycle de vie, tant en phase de conception, que lors de la réalisation des travaux ;
- Être l'un des supports de gestion des exigences et des évolutions ;
- Être le support d'une coordination permanente et de synthèse entre les différents métiers ;
- Contribuer à réduire les aléas techniques ;
- Réduire les risques et améliorer la qualité, aussi bien de la conception, que de la construction ;
- Limiter les erreurs dans les pièces descriptives et les documents techniques du projet ;
- Améliorer la performance en termes de durabilité / qualité environnementale ;
- Améliorer l'efficacité de la gestion des documents et justificatifs graphiques ;
- Améliorer la productivité dans les phases de conception et de travaux.

2.2.2.2 Maîtrise des coûts et des délais

En termes de gestion de projet et au regard des coûts et des délais, la Maquette numérique du GPE a pour objectif :

- Estimer plus rapidement et plus simplement le coût global de possession et le planning objectif ;
- Quantifier les éléments d'ouvrages et d'équipements à fort impact financier sur le projet, notamment lors des phases de constitutions des Dossier de Consultation des Entreprises ;
- Renforcer les études quantitatives des éléments d'ouvrages et d'équipements ;
- Estimer plus rapidement les coûts et les délais engendrés par les modifications ;
- Comparer les situations financières réelles et prévisionnelles ;
- Estimer et visualiser plus rapidement et plus facilement l'avancement des travaux en termes de coûts et planning ;
- Simplifier la production de documents de type : Détail Quantitatif Estimatif, Décomposition du Prix Global et Forfaitaire, Atterrissage, Décomptes définitifs, etc. ;
- Simplifier la vérification d'adéquation entre les documents techniques, notamment les maquettes numériques, les plans, les métrés, d'une part et les documents financiers et de planning d'autre part ;

2.2.2.3 BIM Management et de l'efficience des usages attendus

En termes de gestion de projet et au regard du BIM Management, la Maquette numérique du GPE a pour objectif de :

- Permettre le travail collaboratif multi-acteurs / multi-métiers ;
- Être structurée pour être facilement exploitable ;
- Être structurée pour assurer la traçabilité des données ;
- Être interopérable et pérenne ;
- Fluidifier et assurer des échanges fiables et de qualité ;
- Consolider la mission de la cellule de synthèse ;
- Générer plus facilement des documents de synthèse cohérents entre eux ;
- Aider à la coordination technique et la gestion des interfaces du projet en interne et en externe ;

- Limiter, voire supprimer l'ensemble des ressaisies tout le long du cycle de vie ;
- Permettre d'évaluer l'état d'avancement de la modélisation ;
- Contrôler la qualité, la conformité et la « justesse » de l'intégrité des maquettes numériques et des données associées ;
- Favoriser la collaboration entre les acteurs à l'aide de plateforme BIM collaborative ;
- Aider à la décision pour les réunions de chantier et revue de projet.

2.2.2.4 Concertation, communication et outil d'aide à la décision

En termes de concertation, communication et d'outil d'aide à la décision, la SGP souhaite utiliser la Maquette numérique du GPE comme un support à la concertation et la communication avec les équipes projet et ses parties prenantes (élus, riverain, société civile, évaluateurs, etc.).

Les Maquettes numériques devront présenter, l'avantage d'être un outil pédagogique, plus facilement appréhendables, que d'autres documents techniques. Elle se devront également de rester en permanence au service de la compréhension du projet et son intégration dans son environnement urbain (illustrations, films d'animations, immersion virtuelle, etc.).

- Faciliter et accélérer la compréhension des solutions proposées, tant en conception, qu'en phase de travaux ;
- Permettre au grand public de mieux appréhender et comprendre le projet ;
- Insérer les ouvrages dans une représentation territoriale du projet ;
- Être support à la concertation et la communication avec les parties prenantes ;
- Aider à la prise de décision de toutes natures avec l'ensemble des équipes projet et les parties prenantes.

2.2.2.5 Transfert à l'exploitant-mainteneur

En termes de gestion technique du patrimoine et de gestion de configuration, la Maquette numérique du GPE a pour objectif :

- Être le support de la gestion de configuration, des exigences et des performances ;
- Documenter plus précisément le projet « tel que construit » pour l'exploitant-mainteneur ;
- Faciliter l'exploitation et la maintenance ;
- Faciliter les modifications ultérieures ;
- Proposer une base de données unifié du projet.

2.3 Déclinaison des objectifs BIM pour la MOA au projet

Les objectifs spécifiques métiers et Usages BIM sont la conversion « opérationnelle » des objectifs BIM pour la MOA exprimés sous forme de description générale dans le chapitre précédent.

Ils se déclinent d'une manière contractuelle par le BIM Manager, sous forme de « cas d'usages BIM », Usages BIM ou autres objectifs spécifiques métiers, dans les pièces de chaque marché. Ces derniers sont une explicitation d'enchaînements intégrant des pratiques BIM, c'est-à-dire la description d'une mise en œuvre concrète telle qu'elle sera conduite sur un projet. Cela permet de décrire de façon factuelle les usages voulus des Maquettes numériques, les échanges, les interactions et la collaboration attendus entre les différents acteurs avec cette base de données, pour des actions métiers précises, toujours au service de la gestion de projet.

2.3.1 Description générale des missions liées à la démarche BIM sur le projet

De manière générale, la mission et les responsabilités de la conception en BIM puis de la réalisation des travaux du projet en BIM, en utilisant la méthodologie et les outils BIM, incombent aux différents

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

titulaires, suivant le contenu de leurs pièces contractuelles.

2.3.1.1 Durant les phases de conception

Il est entendu par conception en BIM, la conception au travers de la production de Maquettes numériques de conception de niveaux AVP, puis PRO représentant le plus fidèlement possible le Tel Que Conçu. La conception en BIM comprend également l'usage de ces Maquettes numériques, selon les objectifs spécifiques métiers, dans le cadre :

- Des études de conception (études d'avant-projet [AVP], études de projet [PRO], pré-synthèse et synthèse avec les Interfaces) ;
- De la gestion de la conception ;
- De la gestion des interfaces internes, externes et extérieures ;
- De la gestion de la communication avec les équipes projet et les partenaires territoriaux ;
- De la gestion des documents de conception ;
- Et de la constitution/consolidation des Dossiers de Consultation des Entreprises [DCE].

Il s'agit notamment de permettre la production des plans de conception des phases AVP, puis PRO, en garantissant la coordination et la cohérence entre les différents acteurs de la conception (autres MOE, projets connexes, etc.).

Cela intègre également l'utilisation de la « puissance visuelle » du BIM, aussi bien pour faciliter les prises de décisions, au travers d'une compréhension simplifiée des solutions techniques proposées, que de produire les livrables permettant la communication grand public et la concertation avec les parties prenantes.

En ce qui concerne la constitution et la consolidation des DCE, cela consiste notamment à assurer la cohérence entre les maquettes numériques de niveau [PRO] (données d'entrée des études d'exécution des entreprises), et les quantités des décompositions globales et forfaitaire ou autres détails quantitatifs estimatifs.

Cela comprend enfin la gestion des évolutions des Maquettes numériques de niveaux AVP, puis PRO, leurs adaptations et leurs modifications, modélisées sous forme de sujets BIM en format BCF et intégrées dans la plateforme BIM collaborative (PBC).

Ces missions sont confiées aux titulaires de marchés de maîtrise d'œuvre (MOE) en Loi MOP, et aux équipes de maîtrises d'œuvre intégrées aux groupements des marchés de Conception-réalisation.

2.3.1.2 Durant les phases de construction, réalisation des travaux

Il est entendu par réalisation en BIM, la gestion des études d'exécution, de la direction et surveillance des travaux au travers de la production de Maquettes numériques de niveaux EXE, puis DOE représentant le plus fidèlement possible le Tel Que Construit.

Pendant la période de préparation des travaux, puis la phase d'exécution des travaux, les Entreprises doivent notamment produire la mise à jour et le cas échéant la complétude des Maquettes numériques de conception, incluses dans les dossiers de consultation des entreprises, en les passant à un niveau d'étude d'exécution [EXE].

Ces dernières doivent à minima permettre la réalisation de la synthèse d'exécution et surtout la production de plans d'exécution avec le statut Bon Pour Exécution.

Pendant la phase de réalisation, les Maquettes numériques produites, doivent permettre le suivi d'avancement de la construction, ainsi que les éléments participants à la maîtrise des coûts et des délais.

Lors des opérations préalables à la réception [OPR] un recalage des Maquettes numériques d'étude d'exécution est réalisé, représentant le Tel Que Construit de la manière la plus exacte et exhaustive possible, et permettant la production des plans de récolement et l'ajout des autres éléments constitutifs du DOE (comme les fiches de non-conformité, fiche de contrôle, éléments de levés de réserve, fiches produits, fiches techniques de matériaux, etc.).

La réalisation en BIM du projet, comprend également l'usage de ces différentes Maquettes numériques pendant les phases de réalisation des travaux, selon les objectifs spécifiques métiers dans le cadre :

- De la gestion du visa des études d'exécution ;
- De la gestion de la surveillance travaux ;
- De la gestion des interfaces internes, externes et extérieures ;
- De la gestion du planning détaillé projet et de sa sécurisation ;
- De la gestion des adaptations et modifications ;
- De la gestion de la communication avec les équipes projet et les partenaires territoriaux ;
- De la gestion de la documentation d'études d'exécution, de suivi d'avancement des travaux, des supports des contrôles, supports des phases d'essais et supports du plan de contrôle,
- De la gestion des opérations préalables à la réception (OPR) ;
- Et de la gestion du dossier des ouvrages exécutés (DOE avec l'intégration des adaptations dans les études d'exécution en vue de la préparation de la maquette numérique du projet « tel que construit » et extraction des plans « tels que construits »).

La réalisation en BIM du projet comprend aussi la gestion des évolutions des Maquettes numériques de niveaux EXE, puis DOE, leurs adaptations et leurs modifications, modélisées sous forme de sujets BIM en format BCF et intégrées dans la plateforme BIM collaborative (PBC).

Ces missions sont confiées aux Entreprises, titulaires de marchés de travaux et aux groupements des marchés de Conception-réalisation.

En accord avec ces principes, il appartient aux Entreprises et aux groupements des marchés de Conception-réalisation, d'assurer la conformité de ses travaux et prestations aux exigences de son marché.

2.3.2 Transcription en usages BIM et/ou objectifs spécifiques métier

Dans le lexique du BIM Management du projet du GPE, l'ensemble des missions liées à la démarche BIM décrites ci-avant sont retraduites dans les pièces contractuelles et dénommées Usages BIM dans les marchés type Loi MOP ou Objectifs spécifiques métier, dans les marchés de types Conception-réalisation.

A partir de 2015, sur les marchés type Loi MOP en vigueur sur les lignes 15 sud, 16, 17 et 18, il s'agit principalement des objectifs métiers et usages BIM suivants :

- Structuration et codification des données ;
- Modélisation, Élaboration de Maquette Numérique et de Base de données ;
- Contrôle et Validation des données ;
- Synthèse BIM, gestion spatiale et des incohérences ;
- Génération de livrables et notamment production des plans ;
- Communication ;
- Les Revues de projet à l'aide du BIM ;
- Récolement et DOE numérique.

A partir de 2019, sur les marchés de type conception-réalisation en vigueur sur les lignes 15 Est et 15 Ouest, les objectifs spécifiques métier sont les suivants :

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

- Structuration et codification des données ;
- Modélisation, élaboration de maquette numérique et de base de données ;
- Revues de projet en BIM ;
- Synthèse BIM, gestion spatiale et des incohérences ;
- Gestion des temporalité, ordonnancement et planification (4D) ;
- Génération de livrables et notamment production des plans ;
- Production des métrés et quantitatifs ;
- Contrôle et validation des données ;
- Communication ;
- Récolement et maquette de niveau DOE.

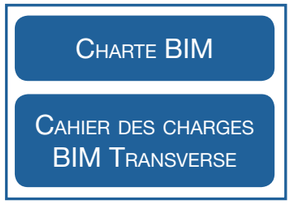
2.4 Vue d'ensemble de la structure du corpus documentaire BIM

Au-delà de la présente Charte BIM, ne constituant qu'un document d'information, la décomposition des pièces contractuelles de la démarche BIM est structurée pour créer un cadre efficace de collaboration entre tous les acteurs et assurer la compréhension des spécifications et exigences contractuelles de l'ensemble des titulaires.

2.4.1 Définition et contenu des pièces du corpus documentaire BIM rédigée par la MOA

Le corpus documentaire BIM des pièces rédigées par la MOA est structuré de la manière suivante :

- Une stratégie d'ensemble pour répondre aux besoins de compréhension des enjeux aussi bien techniques qu'organisationnels, objet de la présente Charte BIM ;
- Une déclinaison de cette stratégie, consistant à contractualiser les spécifications techniques nécessaires, ainsi qu'à définir les exigences et les obligations, par la formalisation du Cahier des charges BIM Transverse.



Non contractuel : Stratégie de déploiement de la démarche BIM et expression des besoins (objectifs MOA).

Contractuel : pour les MOE et l'ATMO, cadrant les exigences de la démarche BIM et leurs obligations.
Parfois décliné dans les cahiers des charges et dans une pièce dénommée guide de production des données BIM.

Figure 3 - Documents rédigés par MOA et ses AMO

2.4.2 Définition et contenu des pièces pour une passation de marché de type Loi MOP

Ce corpus documentaire a été établi à partir de 2015 et reste en vigueur sur les L15 sud, L16, L17 et L18.

2.4.2.1 Documents rédigés par la MOE

- **Convention BIM**
  Contractuel : rédigé par le BIM Manager en collaboration avec les Pilotes BIM en réponse aux exigences et obligations du Cahier des charges BIM Transverse.
  Ce document est parfois mis à jour et inséré dans les cahiers des charges des Dossier de Consultation des Entreprises.
- **Clauses spécifiques BIM**
  Contractuelles : rédigées par les Pilotes BIM cadrant les exigences et les obligations contractuelles des titulaires de marchés de travaux, inclus les Dossiers de Consultation des Entreprises.
  Ce n'est pas toujours un document spécifique, il s'agit parfois de clauses particulières de Notice de Mangement de Projet et/ou des CCTP.

Figure 4 - Documents rédigés par le BIM Management (Pilotes BIM - MOE)

2.4.2.2 Documents rédigés par les Entreprises

- **Plan De Mise En Œuvre Du BIM**
  Contractuel : rédigé par le Coordinateurs BIM en réponse aux exigences et obligations des Clauses spécifiques BIM et de la Convention BIM de son marché.
  Ce document est parfois appelé Plan d'Exécution BIM.
- **Annexe : Plan d'Assurance Qualité BIM**
  Contractuel : rédigé par le Coordinateurs BIM en réponse à la Notice de Management de Projet de son marché.
  Ce n'est pas toujours un document spécifique, il s'agit parfois de paragraphes particuliers du Plan d'Assurance Qualité.

Figure 5 - Documents rédigés par le BIM Management (Coordinateurs BIM - Entreprises)

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

2.4.3 Définition et contenu des pièces pour un marché de type Conception-réalisation

Ce corpus documentaire a été établi à partir de 2019 et est en vigueur sur les L15 Est et L15 Ouest.

2.4.3.1 Documents rédigés par l'ATMO

- **Convention BIM**
  Contractuel : rédigé en réponse aux exigences et obligations du Cahier des charges BIM Transverse.
  Ce document ne concerne que les relations contractuelles entre l'ATMO et la MOA.
- **Questionnaire BIM**
  Contractuelles : l'objet de ce questionnaire est de permettre une analyse des compétences et expertises des soumissionnaires des marchés C/R.
- **Notice Management de Projet**
- **Cahier des charges de la démarche BIM**
  Contractuel : Ces deux documents sont rédigés en réponse aux exigences et obligations du Cahier des charges BIM Transverse. Ils définissent les exigences et obligations des Titulaires des marchés de Conception-Réalisation.
  Le Cahier des charges de la démarche BIM est une annexe de la Notice de Management de Projet.

Figure 6 - Documents rédigés par le BIM Management (BIM Manager - ATMO

2.4.3.2 Documents rédigés par les titulaires des marchés de Conception-réalisation

- **Plan De Mise En Œuvre Du BIM**
  Il décrit les méthodes et les moyens mis en œuvre pour satisfaire les exigences exprimées et pour garantir l'atteinte des objectifs, le rôle de chaque intervenant, la gestion des échanges de l'information et de l'interopérabilité, les processus associés, via la PBC, ainsi que les obligations de synthèse en BIM.
- **Plan De gestion de l'information BIM**
  Il comprend le détail sur les échéances des informations et livrables et sert également à la planification des études d'exécution et de réalisation. Il est rédigé en phase dialogue compétitif, puis contractualisé et mis à jour en démarrage de projet par le Titulaire
- **Matrice de développement des maquettes numériques**
  Son objet est la réponse aux exigences d'évolution dans les niveaux de définition des objets BIM des différentes maquettes numériques. Elle intègre les notions de Niveaux de Définition, selon les suggestions de BuildingSMART France pour chacun des acteurs, des métiers/lots, pour chacune des phases du marché, du dialogue compétitif à la réception des ouvrages et équipements.

Figure 7 - Documents rédigés par le BIM Management (Coordinateurs BIM - Titulaires)

III. LES FONDAMENTAUX DU BIM À LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS

Pour atteindre ses objectifs, la Société du Grand Paris s'appuie sur un cadrage de la démarche présenté ci-avant.

Les paragraphes ci-dessous précisent les éléments de contexte essentiels de la mise en œuvre du BIM par la Société du Grand Paris.

3.1 OPEN BIM et interopérabilité

La Société du Grand Paris, pour favoriser une collaboration et des échanges de données efficaces, demande la livraison de fichiers BIM au format natif et dans des formats ouverts, « non propriétaires », de l'openBIM© (IFC et BCF).

L'IFC (Industry Foundation Class) est un format ouvert de données utilisé notamment pour les échanges de maquettes numériques dans le secteur de la construction. Le format IFC a pour but d'assurer l'Interopérabilité de l'ensemble des logiciels utilisés par l'ensemble des métiers et des acteurs d'un projet d'immobilier ou d'infrastructure. Il décrit les objets (murs, fenêtres, espaces, poteaux, voussoirs, etc.), les espaces, leurs caractéristiques et leurs relations fonctionnelles. Il est conforme à la norme internationale STEP. (l'IFC4 : Révision 4 du format IFC. Elle est devenue la norme ISO 16739).

Le format IFC est le support de travail de la SGP, pour l'ensemble de ses usages internes, ainsi que l'ensemble de ses contrôles de maquettes numériques.

Le BCF (BIM Collaboration Format) est format neutre permettant d'annoter et de commenter un modèle numérique pour faciliter le Travail collaboratif autour de la Maquette Numérique et de ses Objets BIM. C'est une sorte de fiche visa directement accrochée aux objets et donc géo-localisée.

Il permet d'échanger des informations relatives à un modèle BIM indépendamment du modèle lui-même, d'annoter le modèle en transportant un commentaire, une capture d'écran de la partie de la maquette associée, ainsi que les informations de localisation associées dans le modèle IFC.

De par sa légèreté, le BCF permet une communication rapide et efficace autour d'un modèle entre tous les acteurs associés à un besoin d'échange.

Le format BCF est le support de la SGP pour ce qui concerne la gestion des évolutions des maquettes numériques, ainsi que la collaboration entre les acteurs.

Dès 2015 la SGP s'est orienté vers KROQI, un logiciel gratuit (jusqu'en 2020), développé par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment et permettant les échanges de maquette numérique.

En 2020, elle a pris la décision de franchir une nouvelle étape en se dotant, pour ses propres besoins et notamment ceux de ses collaborateurs, d'une Plateforme BIM Collaborative (PBC), permettant l'agrégation de maquettes, leur visualisation et l'extraction des données associées.

Il est précisé, que sur le projet du GPE il n'y a pas qu'une seule PBC et que chaque BIM Manager a pour mission la mise en place des solutions techniques permettant la collaboration des acteurs dans son périmètre. Ainsi, sans les citer, plusieurs solutions différentes coexistent sur les différentes lignes.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

C'est une des raisons pour laquelle les formats de l'openBIM© sont un prérequis à la collaboration entre les différents acteurs.

La Société du Grand Paris est un maître d'ouvrage public et n'impose aucun logiciel ou éditeurs aux parties prenantes du projet.

Il est cependant fortement recommandé d'utiliser les logiciels certifiés par Building Smart : http ://buildingsmart.org/compliance/certified-software/

3.2 Plateforme BIM collaborative (PBC) et utilisation des BCF

Une Plateforme BIM Collaborative (PBC) constitue un environnement collaboratif et de partage de données autour de maquettes numériques.

Dans le cadre du Grand Paris Express, deux types de PBC sont utilisées :

- Une PBC interne SGP
- Une PBC, par ligne, en tant qu'outil collaboratif entre MOA, AMO, MOEs et Titulaires

Ces deux types de PBC, outres leurs acteurs ciblés différents, n'ont pas exactement les mêmes usages.

3.2.1 La Plateforme BIM Collaborative de la SGP

Afin de renforcer la démarche BIM en interne, la SGP a décidé, en 2020, de se doter d'une PBC. Celle-ci a pour objectif d'être le support d'échanges de données et d'informations favorisant le travail collaboratif entre ses différents collaborateurs.

Véritable outil de gestion de projets, elle permet d'assurer la communication et la coordination autour des fichiers numériques BIM.

La PBC interne de la SGP exploite les maquettes numériques produites par les MOEs et les titulaires des marchés de travaux aux formats natifs et IFC.

Elle gère également les échanges entre les collaborateurs modélisés en format BCF.

Les maquettes numériques concernent :

- Les 68 gares du GPE,
- Les 167 bâtiments connexes (ouvrages annexes, ouvrages spéciaux, etc.) ;
- Les 7 Centres d'Exploitation Maintenance (PCC, SMR, SMI, etc.) ;
- Les 200 km d'infrastructure linaire (dont 180 km de tunnel), comprenant principalement le génie civil et les systèmes de transport et d'exploitation.

La plateforme réunit tous les utilisateurs des directions suivantes :

- Lignes (LGN) ;
- Gares et de la Ville (DGV) ;
- Systèmes de Transport et Exploitation (STE) ;
- Pilotage des Méthodes et des Outils (PMO) ;
- Ressources – Equipes des Systèmes d'information (DSI).

Ces collaborateurs internes à la SGP ont accès, pour consultation ou modification en fonction de leurs profils d'utilisateurs, à un grand nombre de fichiers :

- Graphiques : maquettes numériques, bibliothèques d'objets ;
- Non graphiques : tableurs, sujets BIM, pièces écrites diverses.

La PBC choisie propose de nombreuses fonctionnalités comme :

- La visualisation des maquettes numériques et la navigation dans les modèles ;
- La création de coupes, la colorisation et le masquage de certains objets ; permettant l'appropriation global du projet ;
- La consultation des propriétés et des attributs des objets BIM :

nom, dimensions, localisation ; permettant la vérification du programme et la réalisation de quantitatifs simples,
- La communication en interne autour des maquettes numériques à travers des annotations BIM au format BCF ; permettant de faciliter le travail collaboratif entre acteurs SGP.

L'utilisation d'une PBC accessible en interne a pour vocation in fine :

- De sensibiliser les collaborateurs quant à l'importance d'une démarche BIM dans le cadre du projet du GPE ; en leur permettant l'accès aux données ;
- De permettre aux collaborateurs une meilleure compréhension du projet grâce à la modélisation des ouvrages du GPE ;
- D'être un support d'aide à la décision ;
- De faciliter le travail collaboratif entre utilisateurs internes autour des maquettes numériques, notamment par l'échange de sujets BIM en format BCF.

3.2.2 Les Plateformes BIM Collaborative sur chaque ligne

La PBC choisie sur chaque ligne a pour objectif d'être le support d'échanges de données et d'informations favorisant le travail collaboratif entre MOA / AMO / MOEs durant les phases de conception. S'ajoute à ces acteurs, les entreprises, à partir de la notification de leur marché et cela pour toute la durée de réalisation des travaux jusqu'à la remise du DOE.

Chaque PBC réunit les utilisateurs BIM d'une ligne du GPE dont les principaux sont :

- MOA : relais BIM
- AMO : AMO référent BIM
- MOEs : BIM manager MOEI, Pilotes BIM MOES et MOEI, modeleurs BIM (en conception)
- Entreprises : Coordinateur BIM de chaque marché, modeleurs BIM (en exécution)

Les acteurs BIM du GPE ont accès, pour consultation ou modification en fonction de leurs profils d'utilisateurs, à un grand nombre de fichiers :

- Graphiques : maquettes numériques, plans 2D issus des maquettes numériques, bibliothèques d'objets …
- Non graphiques : tableurs, sujets BIM, pièces écrites diverses …

Quelle que soit la solution retenue par ligne, la plateforme permet de :

- Héberger et centraliser les maquettes numériques d'une même ligne ;
- Visualiser les maquettes numériques et naviguer dans les modèles ;
- Le masquage/affichage des objets ; permettant l'appropriation global des ouvrages d'une ligne ;
- Consulter les propriétés et les attributs des objets BIM : nom, dimensions, localisation ; permettant la vérification des exigences BIM de la ligne.

Pour certaines de ces plateformes, d'autres fonctionnalités peuvent être présentes comme le suivi transverse des sujets BIM, notamment la mise en évidences de conflits de géométrie et de défauts de structuration de la donnée.

La gestion des sujets est une mission importante de l'équipe de BIM Management (côté MOE), et doit être abordée à chaque revue de maquette.

L'utilisation d'une PBC par ligne a pour vocation in fine :

- D'être un environnement de diffusion de maquettes numériques,
- D'être un support aux processus opérationnels comme la synthèse, les visas, les audits …,
- De mettre à disposition les bonnes données d'entrée aux titulaires des marchés notifiés,
- De favoriser la collaboration entre l'ensemble des intervenants au sein d'une même ligne à travers l'échange de sujet BIM directement à partir des maquettes numériques.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

3.2.3 Les sujets BIM et l'utilisation des fichiers BCF par la SGP

L'objectif premier de la gestion des sujets BIM est bien sûr leur résolution.

Il s'agit de gérer les conflits et incohérences contenues dans les maquettes ; c'est-à-dire de les nommer, les dater, les affecter à une équipe, afin de suivre leur évolution jusqu'à leur traitement.

Il est donc indispensable d'utiliser un logiciel et un serveur dédié à cette gestion, qui permet d'affecter un statut à chaque sujet pour suivre son état, de sa création jusqu'à sa « clôture » ou sa résolution.

Mais également de gérer les différentes tâches de résolution et leur affectation un acteur particulier.

La PBC de la SGP intègre un serveur de gestion des fichiers en format BCF. Ce format est particulièrement adapté à la gestion de la résolution des sujets, en permettant notamment d'associer, aux Objets BIM concernés, des copies d'écran des incohérences identifiés, soit sous plusieurs angles, soit à différentes dates, pour visualiser l'avancement de leur résolution.

Le format BCF a également l'avantage d'être compatible avec de nombreux logiciels de modélisation, ce qui autorise à ouvrir le fichier de commentaires géoréférencés, directement attachés aux objets concernés, dans le format natif afin d'en permettre la résolution.

Ce format de l'openBIM, « lie des questions / réponses » directement dans les Modèles IFC ou directement dans les outils de modélisation.

La gestion des sujets est une mission importante de l'équipe de BIM Management, tant en phases de conception, que durant celles d'exécution des travaux. Elle doit être abordée avant chaque revue de projet utilisant le BIM. Cela peut être l'objet de réunions spécifiques dénommées revue de maquette.

Les revues de conception, revues de projet ou autres réunions de chantier, ne doivent pas être « polluées » par la gestion des sujets BIM. Et leur résolution est l'un des préalables à la confiance que l'on peut accorder à l'utilisation des maquettes numériques.

Après avoir identifié les « sujets BIM » à résoudre, il est nécessaire d'assurer leur suivi et de leur affecter un Statut BIM, au sens de la norme ISO 19650.

Le processus d'échange sera développé par les équipes de BIM Management dans les pièces contractuelles, qui contiendront :

- Les supports d'échanges BCF, les flux d'échanges et journal associés ;
- La structuration, la codification des fichiers BCF et leur rattachement au process ;
- Les champs à renseigner.

Le suivi de la résolution des sujets BIM sera également utilisé en tant qu'indicateur d'avancement de la modélisation du projet, en réalisant des statistiques sur les statuts des sujets en cours, traités ou publiés.

3.3 Exigences de géoréférencement et système de coordonnées du projet du GPE

Afin de permettre la collaboration entre tous les Acteurs BIM du

GPE et la faisabilité de la démarche BIM, il est indispensable d'assurer la cohérence de l'Assemblage des différents livrables.

Pour ce faire, l'utilisation d'un système de coordonnées commun à tous les acteurs est une impérieuse nécessité. Ainsi l'ensemble des données, des Objets BIM, des Objets BIM génériques, des Maquettes numériques et de la Base de données associé, sont obligatoirement rattachées au système de coordonnées du GPE.

3.3.1 Système de coordonnées du GPE

Le Système de coordonnées du GPE correspond aux systèmes géodésiques de référence de l'IGN :

- Coordonnées planimétriques : Réseau Géodésique Français 1993 – projection Lambert 93, dans la projection Conique Conforme 49, plus communément appelé RGF93 CC49.
- Coordonnées altimétriques : Nivellement Général de la France, également appelé – NGF/IGN69.

Le rattachement au système national français de référence de coordonnées géographiques, planimétriques et altimétriques est une obligation légale.

[Loi n° 95-115 du 4 février 1995, directive européenne INSPIRE et décrets n°2000-1276, 2006-272 et 2019-165 du 5 mars 2019].

Ces coordonnées doivent être présentes dans les paramètres de l'IfcSite des Objets BIM, des Objets BIM génériques, et des Maquettes numériques suivants :

- Ifc_RefLongitude : donnée de la longitude.
- Ifc_RefLatitude : donnée de la latitude.
- Ifc_RefElevation : donnée de l'altimétrie.

3.3.2 Autres systèmes de coordonnées

Le système de coordonnées des points kilométriques est défini dans le document Principe de définition des PK. Pour les ouvrages linéaires, le système de coordonnées est complété par le PK (abscisse curviligne) et le déport par rapport à l'axe (négatif à gauche et positif à droite).

La liaison entre les systèmes de coordonnées doit être précisée dans la Maquette Numérique notamment pour l'Assemblage des différentes Maquettes numériques.

Dans tous les cas nécessitant une explication spécifique, l'émetteur de la Maquette Numérique doit fournir celle-ci sous forme de texte associé à la livraison de la maquette.

3.4 Liens du BIM avec le SIG et la maquette territoriale 3D

Pour compléter les périmètres ci-dessus, la SGP dispose de deux systèmes d'information structurant qui permettent le géo référencement :

- Le Système d'Information Géographique (SIG)
- La maquette territoriale 3D

Le SIG permet d'agglomérer des couches de données sur un vaste périmètre (Île-de-France), ce qui permet d'obtenir une information transverse, géolocalisée sur un territoire. Il permet également d'obtenir des informations à des échelles plus précises allant jusqu'à la parcelle.

D'une grande qualité esthétique, de réalisme, d'ergonomie et de fluidité dans la navigation, la maquette territoriale 3D développée par la SGP est évolutive et représente l'ensemble des territoires concernés par le projet du GPE, à différents niveaux de définition.

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

Sont notamment représentés en haute résolution les territoires en l'état actuel, l'ensemble des réalisations futures liées au réseau (voies, tunnels, gares, sites industriels et ouvrages annexes, projets immobiliers connexes, équipements et mobiliers, matériels roulants, etc.) mais aussi les projets urbains aux abords du réseau.

La maquette territoriale 3D intègre les propositions d'architectes et/ou les maquettes numériques BIM des réalisations sous maîtrise d'ouvrage de la SGP à leurs différentes phases.

Elle permet ainsi de visualiser les projets architecturaux liés au GPE dans leur environnent urbain immédiat pour mieux maîtriser leur imbrication dans les territoires qui les entourent.

C'est également un outil de communication sur le projet du GPE, avec l'objectif de faire connaître le projet au grand public, de le valoriser et de sensibiliser riverains et acteurs locaux sur son ampleur et son impact sur les territoires.

Ainsi, la maquette territoriale 3D est présentée sur plusieurs supports : site Internet (www.societedugrandparis.fr/carte), tables et bornes multimédias tactiles, salles immersives, etc.

La maquette territoriale 3D et le SIG constituent également des moyens précieux d'aide à la décision et à la concertation.

3.5 Codification et gestion de configuration

La SGP met en place une démarche de gestion de configuration complète du GPE.

A chaque phase clé du projet, une version de configuration est réalisée.

Les exports de nomenclatures structurées des maquettes numériques viennent compléter la base articles et l'ensemble des états de configuration de l'outil de gestion de configuration de la SGP.

Pour établir ce lien, une codification précise et rigoureuse de l'ensemble des Articles et des Objets est nécessaire.

3.6 La fabrique du métro, sensibilisation de la jeunesse et insertion professionnelle

La SGP a mis en place en septembre 2018 un lieu de travail collaboratif et de communication sur le projet du GPE : « la Fabrique du métro ». Située à Saint Ouen (93), elle déploie sur 2500 m² des salles de réunions, une vaste halle d'exposition et d'expérimentation à l'échelle 1.

Ouverte en semaine ou lors de portes ouvertes, elle accueille aussi bien le grand public que les acteurs proches du Grand Paris Express (AMO, MOE, entreprises, etc.).

Une salle immersive située au centre de la halle d'exposition est le lieu de diffusion et de partage privilégié autour des maquettes numériques des ouvrages.

Cette salle de 120 m² se compose d'une salle de projection et d'un CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), autorisant aussi bien des projections 2D et 3D, qu'une expérience immersive interactive au sein des maquettes numériques. Intégrée au parcours d'exposition, une table tactile permet également d'interagir avec la maquette territoriale 3D (cf. § 3.4).

Au service de la démarche BIM, La Fabrique du métro est un outil de diffusion favorisant le travail collaboratif des acteurs qui l'animent, et l'ensemble des actions de communication, de promotion et de formation.

La notion de « BIM pour tous » et le caractère « métiers d'avenir » de la démarche BIM, sont également au cœur des préoccupations de la SGP. Qu'il s'agisse de la pédagogie autour des méthodes et des « métiers » du BIM ou même de l'information et de la sensibilisation aux compétences du BIM, l'unité jeunesse et innovation pédagogique et l'unité emploi et insertion locale, ne cessent de mener des actions en vue de :

- Permettre à la communauté éducative (professionnels de l'enseignement, scolaires, étudiants, alternants) de découvrir et de s'approprier des méthodes de travail collaboratives et de partage de données, pour prendre conscience des compétences BIM à acquérir dans leurs parcours de formation et parcours professionnel ;
- Sensibiliser et informer les demandeurs d'emploi et les entreprises (notamment TPE/PME) à l'utilisation de la démarche BIM dans le développement des compétences ;
- Alimenter les acteurs de la formation, de l'emploi et de l'insertion, pour développer et enrichir leurs dispositifs d'accompagnement vers l'emploi et la formation professionnelle.

ANNEXE 1 : DOCUMENTS DE RÉFÉRENCES, NORMES ET PARTENARIATS

1 Documents de références françaises

Parce qu'ils ont fait l'objet d'un long travail d'harmonisation, de standardisation et de nombreux échanges entre les différents acteurs des filières du bâtiment et des travaux publics, l'ensemble des documents du corpus documentaire BIM de la SGP a été rédigé sur la base des documents suivants :

NOM DU DOCUMENT	AUTEUR
Guide méthodologique pour des conventions de projets en BIM version 2 de mars 2018	BuildingSMART France
Recommandations de mise en place du BIM pour les infrastructures version 25 du 5 décembre 2018	Projet National MINnD
Guide d'application BIM du projet, version 11 du 5 décembre 2018	Projet National MINnD

Tableau 3 - Documents de références françaises

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

2 Normes AFNOR, CEN ET ISO

NORME	AUTEUR
Norme NF EN ISO 19650-1 - Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM) — Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction — Partie 1: Concepts et principes	ISO – CEN, AFNOR
Norme NF EN ISO 19650-2 - Organisation et numérisation des informations relatives aux bâtiments et ouvrages de génie civil, y compris modélisation des informations de la construction (BIM) - Gestion de l'information par la modélisation des informations de la construction - Partie 2 : phase de réalisation des actifs - Organisation des informations concernant les ouvrages de construction - Gestion de l'information par modélisation des informations de la construction	ISO – CEN, AFNOR
Norme NF EN ISO 16739 - Classes IFC pour le partage des données dans le secteur de la construction et de la gestion de patrimoine	ISO – CEN, AFNOR
Norme ISO 29481-1 : Modèles des informations de la construction - Protocole d'échange d'informations - Partie 1 : méthodologie et format - Modèles des informations de la construction -Protocole d'échange d'informations - Partie 1 : Méthodologie et format ;	ISO – CEN, AFNOR
Norme ISO 29481-2 : Modèles des informations de la construction - Protocole d'échange d'informations - Partie 2 : cadre d'interaction - Modèles des informations de la construction - Protocole d'échange d'informations - Partie 2 : Cadre d'interaction ;	ISO – CEN, AFNOR
Norme ISO 29481-3 : Building information modelling — Information delivery manual — Part 3: Data schema and classification	ISO – CEN, AFNOR

Tableau 4 – Normes AFNOR, CEN et ISO

3 Documents de référence du Grand Paris Express

NOM DU DOCUMENT	RÉFÉRENCE GED
Charte BIM de la Société du Grand Paris	UMQO_02_HPH_PGR_000005
Cahier des Charges BIM transverse	UMQO_02_HPH_ADM_000006
Liste des données référentielles du RTPGP	UMQO_02_HPH_DRF_000003_N
Procédure générale de codification	UMQO_02_HPH_NOT_000004_8
Bibliothèque d'objets BIM : Mobiliers du GPE	PN1207MG_04_HPH_MOD_000004
Bibliothèque d'objets BIM : Les points d'accueil du GPE	PN1207MG_04_HPH_MOD_000005
Bibliothèque d'objets BIM : Les plages d'insertion des objets mobiliers du GPE	PN1207MG_04_HPH_MOD_000002

Tableau 5 – Référence GED des documents de références GPE

4 Partenariats de la Société du Grand Paris

4.1 Projet national MINnD

MINnD (Modélisation des informations interopérables pour les infrastructures durables – www.minnd.fr), est un projet national de recherche collaborative, mis en œuvre entre 2014 et 2022, qui a contribué au développement du BIM (Building Information Modelling) pour les infrastructures, en progressant sur la structuration et l'utilisation des informations à échanger dans les projets, pendant leur cycle de vie complet : conception, construction, exploitation et maintenance.

Le projet MINnD a fait de la France l'un des pays les plus impliqués dans les travaux de pré-normalisation. Il apporte une contribution majeure dans les tous les domaines de la norme IFC (Industry Foundation Classes) : Bridge, Road, Rail, Tunnel et géotechnique. La problématique de la modélisation de coûts ou encore de l'interaction de l'infrastructure dans son environnement ont également été abordés, notamment à partir de cas d'études concrets. La structuration des données BIM en phase d'exploitation/maintenance a également été traitée.

4.2 BuildingSMART France

BuildingSMART France accompagne tous les professionnels dans l'appropriation des process et des technologies numériques interopérables liées au BIM. Avec l'openBIM, bSFrance soutient également la transition numérique du secteur de la construction dans une optique de continuité numérique, condition nécessaire à l'Industrie 4.0 (https ://www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr/).

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

4.2.1 Objectif BIM au quotidien : BIM pour tous

Par principe, le BIM n'a d'intérêt que s'il est partagé par le plus grand nombre !

Dans une perspective de transition numérique, buildingSMART France a pour objectif de généraliser les usages du BIM destinés à tous les acteurs de la construction, de l'exploitation des bâtiments et des territoires.

Cette association est à la fois un lieu de partage d'expériences et de production pour tous. Ils fournissent ainsi des informations sur le BIM, mémos pratiques, guides méthodologique BIM, expérimentations et observations techniques, etc.

4.2.2 Vision openBIM

BuildingSMART France – Mediaconstruct se positionne clairement dans :

- Une démarche gagnant-gagnant des TPE vis-à-vis des efforts d'entraînement prodigués par les Majors ;
- Une vision de la normalisation comme levier de compétitivité à l'international mais aussi de productivité pour les artisans en France ;
- Une vision de la smart construction où bâtiments et territoires se rejoignent autour de l'Industrie du futur et de la French Tech.

4.3 BIM WORLD PARIS

4.3.1 Le numérique au service de la relance

Dans le cadre du plan de relance gouvernemental et de la « Stratégie Nationale Bas-Carbone », les marchés de la construction, de l'immobilier et de l'aménagement urbain sont appelés à jouer un rôle majeur. (https ://bim-w.com/)

Échanger, collaborer, partager, modéliser, concevoir, mesurer, exploiter, anticiper, administrer, vendre, piloter, BIM World présente les usages et bénéfices du numérique pour tous les métiers et pour des ouvrages plus durables et performants.

4.3.2 Nouveauté 2021 - Déclinaison par grands marches et lien avec la transition environnementale

En 2021, BIM World se déroule en parallèle du nouvel évènement Low-Carbon World. Ensemble, ils couvrent 6 grandes thématiques d'innovation et de réalisation tout au long du cycle de vie des ouvrages et des aménagements.

4.4 Mastère Spécialisé® BIM ENPC / ESTP

Mastère Spécialisé® BIM, Conception intégrée et cycle de vie du bâtiment et des infrastructures (https ://www.ecoledesponts.fr/mastere-specialise-bim-conception-integree-cycle-vie-batiment-infrastructures).

4.4.1 Contexte

À l'heure où le BIM commence à se généraliser dans les différents domaines et métiers de la construction, la formation de l'ensemble des acteurs du projet s'avère plus que jamais nécessaire. En réponse à cette nécessité, L'École des Ponts ParisTech et l'École spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie, proposent le Mastère Spécialisé BIM, créé en 2014 en association avec Arts et Métiers ParisTech, l'École Nationale des Sciences Géographiques, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), les écoles d'Architecture de Marseille, Toulouse et Paris Val-de-Seine et ECOTEC.

4.4.2 Objectifs

Les compétences-clés auxquelles le MS forme :

- Conduire une stratégie BIM d'un projet
- Construire la stratégie BIM au sein d'une entreprise
- Travailler en mode collaboratif
- Exploiter l'information dans un contexte BIM

L'ambition du MS BIM est d'aider les différents acteurs à « travailler ensemble » grâce à un système d'information interopérable, permettant de répondre à l'ensemble des exigences techniques, réglementaires et environnementales, avec des coûts maîtrisés.

ANNEXE 2 : GLOSSAIRE BIM, DÉFINITIONS, SIGLES ET ACRONYMES

1 Définitions du BIM retenues par la SGP

1.1 La démarche BIM

La démarche BIM regroupe l'ensemble des processus et des modes d'organisation décrit ci-dessous et notamment les trois principales significations issues de la traduction en français de l'acronyme d'origine anglo-saxonne BIM : Building Information Modelling, Building Information Management et Building Information Model.

- **BIM** « *Building Information Modelling* » (UK), « *Building Information Modeling* » (US) : Méthode de Travail collaboratif, se basant sur des processus de modélisation, d'élaboration, d'agrégation et d'exploitation de l'ensemble des données des différents Ouvrages et Équipements composants le projet. Elle est basée sur la collaboration autour de Maquettes numériques et de Base de données associées. Dans celles-ci, chaque acteur du projet crée, renseigne et utilise les Maquettes numériques, et en tire les informations dont il a besoin pour son métier. En retour, il alimente la base de données de nouvelles informations pour aboutir au final à un objet virtuel renseigné, représentation nominale du projet, de ses caractéristiques géométriques, de ses propriétés fonctionnelles et de comportement.

- **BIM** ou **BIM Management** « *Building Information Management* » : Mode d'organisation de projet nécessaire à la mise en œuvre du Travail collaboratif : Building Information Modelling. Ce mode d'organisation permet notamment l'établissement, le suivi, le contrôle et l'échange des différentes Maquettes numériques et de la Base de données associée.

- **BIM** « *Building Information Modell* » (UK), « Building Information Model » (US) : Modèle de données décrivant un projet, constitué d'un ensemble données « hébergées » par des Maquettes numériques et une Base de données associée.

1.2 Maquettes numériques et base de donnees

- **Maquette Numérique** : Il s'agit d'une représentation numérique tridimensionnelle des caractéristiques physiques et fonctionnelles du projet pendant tout son cycle de vie. Elle est constituée d'objets et d'espaces, identifiés et renseignés. Elle peut être unique ou constituée de l'agrégation d'Objets BIM, d'Objets BIM génériques, de Maquettes numériques métiers et/ou de Maquettes numériques marchés.

- **Base de données** : Une base de données est un recueil d'œuvres, de données ou d'autres éléments indépendants, disposés de manière systématique ou méthodique, et individuellement accessibles par des moyens électroniques ou par tout autre moyen *(Code de la Propriété Intellectuelle L112-3, 2ème alinéa)*.

- **Maquette 3D** ou Modèle 3D : Modélisation numérique tridimensionnelle d'un ouvrage ou élément d'ouvrages ou d'un équipement. La maquette 3D, à la différence d'un Objet BIM ou d'une Maquette Numérique, se limite à une modélisation géométrique ne contenant ni informations, ni données, ni attributs ou ni propriétés associées.

1.3 les différents types de maquettes numériques du GPE

En fonction des différents métiers et des allotissements de marchés, la Maquette numérique du GPE est un Assemblage de plusieurs Maquettes numériques :

- **Maquette numérique du GPE** : C'est **LA Maquette Numérique du Grand Paris Express**. Elle est constituée à partir de l'Assemblage de toutes les Maquettes numériques globales.

- **Maquettes numériques globales** : Maquettes numériques constituées d'un ensemble de Maquettes numériques fédérées. Il s'agit de la Maquette Numérique « des projets ». Par projets on entend : Environnements Urbains Existants, Gares et Abords, Linéaires de Tunnels, Centres d'Exploitation et de Maintenance, Ouvrages Spéciaux et Ouvrages Annexes, Viaducs, Ponts et Passerelles ;

- **Maquettes numériques fédérées** : Maquettes numériques constituées d'un ensemble de Maquettes numériques marchés. C'est l'allotissement des marchés de MOE qui détermine les différents marchés qui composent un « sous-projet ». Par exemple : infrastructure, site de maintenance, systèmes, matériels roulants et automatisme de conduite.

- **Maquettes numériques marchés** : Maquettes numériques constituées par l'assemblage de l'ensemble des Maquettes numériques métiers du marché en question. C'est le périmètre contractuel du marché qui détermine les métiers qu'elle contient.

- **Maquettes numériques métiers :** Maquettes numériques propres à chaque intervenant, constituées des éléments d'un Métier ou d'un Système, contenant la Modélisation de ses Objets BIM, ses Objets BIM génériques et ses Base de données spécifiques.

En fonction des phases du cycle de vie du projet, la Maquette numérique du GPE peut se dénommée :

- **Maquette numérique de Programmation** : Maquette Numérique utilisée pour l'établissement du programme du projet. Cette maquette est élaborée par le MOA, elle contient les contraintes programmatiques et réglementaires du projet. Elle peut servir à la consultation des MOE.

(La SGP précise, que compte tenu de la date d'initiation de sa démarche BIM elle n'a pas réalisé la Maquette numérique de Programmation du GPE.).

- **Maquette numérique de Construction** : Maquette Numérique couvrant les phases de conception, de réalisation et de réception. Les Maquettes numériques de ces phases sont trois

CHARTE BIM DE LA SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS - CODE GED : UMQO_02_HPH_PGR_000005_2
Ce document est la propriété de la Société du Grand Paris. Toute diffusion ou reproduction intégrale ou partielle est autorisée pour et dans la limite des besoins découlant des prestations ou missions du marché conclu avec le titulaire destinataire.

états successifs d'une même Maquette Numérique qui évolue au fur et à mesure de l'avancement du projet :

- Maquette numérique de phase Conception : Elle répond le cas échéant aux exigences des missions de MOE définies par la Loi MOP. Cette maquette est élaborée par un MOE. Elle peut servir à la consultation des Entreprises.

- Maquette numérique de phase Réalisation : Utilisée pendant la phase de réalisation des travaux. Elle prend en compte les méthodes constructives et les conditions de la réalisation effective des Ouvrages et de la pose des Équipements. Cette maquette est élaborée par une Entreprise.

- Maquette numérique de Réception : Maquette Numérique du DOE : Maquette Numérique représentative des Ouvrages « tels que construits » et des Équipements « tels que posés » au moment de la réception et de la livraison des Ouvrages et des Équipements. Elle est remise au MOA.

• **Maquette numérique d'Exploitation et de Maintenance** : Maquette Numérique utilisée par le propriétaire, le mainteneur et/ou l'exploitant. Elle est issue de la maquette numérique de réception et incorpore de nouvelles données liées et spécifiques à l'exploitation et la maintenance du projet.

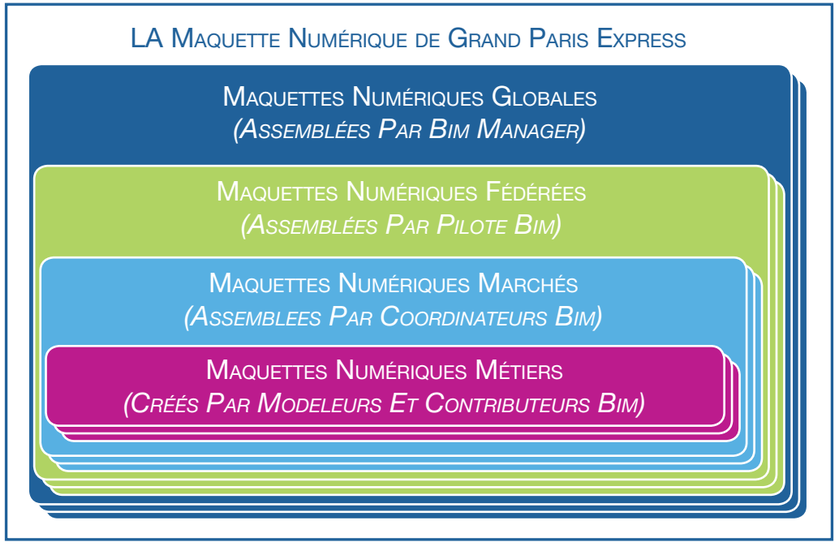


Figure 8 : L'Assemblage des différents types de Maquettes numériques du GPE

Les différentes Maquettes numériques globales sont regroupées par typologie d'ouvrage. Les Figure 8 et Figure 9 illustrent les différentes Maquettes numériques globales des projets, constituant LA Maquette numérique du GPE.

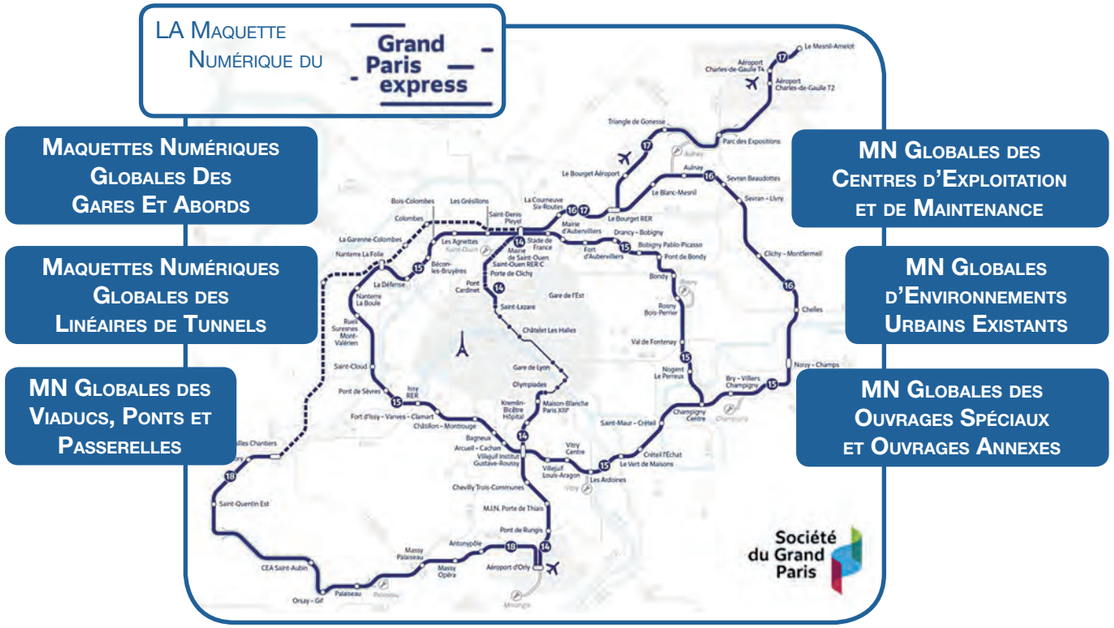


Figure 9 : Assemblage des MN globales constituant LA Maquette numérique du GPE

2 Définition des différents niveaux de détail

Les Définitions suivantes s'appuient sur le travail en cours de finalisation du Guide méthodologique pour des conventions de projets en BIM version 2 de mars 2018 ©buildingSMART France.

• **Niveaux de Définition (NdD)** : La **Convention BIM** doit comporter les attendus sur le ou les niveaux de définition que la maquette numérique doit atteindre aux différents jalons de son élaboration pendant la période d'application de ladite Convention. Le niveau de définition de la maquette numérique est le résultat d'une configuration. Le BIM Management doit spécifier pour chaque classe d'objet à minima :

- Le niveau de représentation : NdR
- Le niveau d'information : NdI
- Le niveau de complétude : NdC
- Le niveau de coordination : NCo

- **Niveau de Représentation (NdR)** : Pour chaque livraison de la maquette numérique, la **Convention BIM** doit préciser le niveau de représentation attendu. Ils se déclinent selon les 6 niveaux de détail géométrique suivant :

• NdR 0 : Marquage ou Repérage (1 point, pas de représentation)
• NdR 1 : Symbole
• NdR 2 : Encombrement (enveloppe extérieure « grossière »)
• NdR 3 : Illustration de la représentation générique
• NdR 4 : Illustration de la représentation détaillée

Il est utile de préciser que certaines classes d'objet peuvent ne pas être modélisées pour certaines livraisons de la maquette numérique. Dans ce cas, les informations relatives à un objet non représenté dans la maquette numérique peuvent être portées par un autre objet.

- **Niveau d'Information (NdI)** : Le niveau d'information est la résultante d'une combinaison de propriétés obtenues par les Usages BIM mis en œuvre. A minima, le niveau d'information pourra faire référence au schéma IFC. Le schéma IFC4.1 ne comporte pas moins de 1694 propriétés réparties dans 413 jeux de propriétés attributaires et 93 jeux de propriétés quantitatives. Cette combinaison est spécifiée pour 2 types de configuration de la maquette numérique :

• La maquette numérique qui est diffusée pour l'exécution des Usages BIM retenus par la **Convention BIM** ;
• La maquette numérique qui est diffusée comme livrable BIM d'une phase du projet.

Il est demandé que la **Convention BIM** indique les niveaux d'information requis de chaque classe d'objet. Il est possible de spécifier une seule combinaison d'information pour plusieurs Usages BIM. Par ailleurs la **Convention BIM** doit comporter de façon explicite le niveau d'information requis à la livraison de la maquette numérique pour une phase du projet. Ce niveau d'information à la livraison de la maquette numérique doit être décliné jusqu'à la liste des propriétés attributaires et quantitatives pour chaque classe d'objet.

- **Niveau de Complétude (NdC)** : Le niveau de complétude exprime la possibilité pour la maquette numérique de ne pas être modélisée avec le même niveau de représentation, d'information et de coordination pour tous les objets de l'ouvrage. La maquette numérique peut avoir des niveaux de complétude différents

• Selon la ségrégation des maquettes.
• Selon la phase du projet dans le cycle de vie de l'ouvrage.

Par exemple, on pourra modéliser le ferraillage d'un ensemble poteau-poutre et identifier cet ensemble dans le reste de l'ouvrage sans modéliser les armatures.

Par ailleurs, le niveau de complétude renvois également aux jalons de modélisation des différents acteurs. La **Convention BIM** peut spécifier une modélisation partielle des informations des lots techniques, par exemple, pour la livraison de la maquette numérique dans les phases PROG, AVP1 voire AVP2.

- **Niveau de Coordination (NCo)** : Le niveau de coordination exprime le niveau de résolution des interférences spatiales, techniques et réglementaires. La **Convention BIM** doit spécifier de façon explicite le niveau de coordination exigé pour la livraison de la maquette numérique. Le niveau de coordination est croissant pendant les phases de conception et la présynthèse pour atteindre son niveau le plus élevé pendant les études d'exécution et la synthèse. Il convient de tolérer un niveau de coordination faible pendant les phases amont de la conception PROG, AVP1 voire AVP2. La gestion des réservations caractérise un niveau de coordination élevé de la maquette numérique.

3 Autres définitions et acronymes

• **Acteurs BIM du GPE** : Terme regroupant les acteurs les fonctions types Relai BIM, BIM Manager, Pilotes BIM, Coordinateurs BIM, Modeleurs BIM et Contributeurs BIM. Ces acteurs ont des missions de BIM Management, de rédaction des pièces du corpus documentaire BIM, de Building Information Modelling, de constitution ou d'assemblage de Maquettes numériques ou de création d'Objets BIM/Bibliothèque d'objets BIM.

• **AFNOR** : Association Française de NORmalisation.

• **AMO** : Assistant à maîtrise d'ouvrage ou Assistance à maîtrise d'ouvrage.

• **AOR** : Assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des Opérations de Réception.

• **ATMO** : Assistance Technique à Maîtrise d'Ouvrage, auprès de la Direction de Projet de la Société du Grand Paris, pour la réalisation ouvrages du Grand Paris Express, dont la passation de marché s'est faite en Conception-réalisation.

• **Attribut** : Voir Propriété d'objet BIM.

• **Assemblage** : Un assemblage est la liaison de différentes composantes d'un ensemble ou d'un produit. C'est aussi un ensemble de processus permettant d'obtenir ces liaisons. Par exemple : l'assemblage d'Objets BIM spécifiques d'un Métier est la liaison de différents Ouvrages et Équipements d'une **Maquettes numériques métiers**. Et l'assemblage des différents éléments de l'ensemble des Métiers, composants un marché, constitue la Maquette Numérique de ce dernier. En termes de Building Information Modelling, on parle également d'agrégation ou de concaténation. Par usage sur le GPE, on se limitera au terme assemblage.

• **BCF** : BIM Collaboration Format : format neutre permettant d'annoter et de commenter un modèle numérique pour faciliter le Travail collaboratif autour de la Maquette Numérique et de ses Objets BIM. C'est une sorte de fiche visa directement accrochée aux objets et donc géo-localisée.

• **BEP** : BIM Execution Plan : Voir Plan de mise en œuvre du BIM.

• **Bibliothèque d'objets BIM** : Catalogue d'Objets BIM sous format numérique intégrables dans une maquette numérique. Une bibliothèque d'objets BIM peut être générique ou spécifique à un fournisseur.

• **BuildingSMART France** : buildingSMART France – anciennement Mediaconstruct, est une association crée en 1996, représentant un médiateur neutre entre tous les acteurs concernés par le développement d'un BIM « ouvert » : l'openBIM. BS France est également un expert reconnu, acteur clé du BIM en France, travaillant sur ses aspects collaboratifs et la continuité numérique en impliquant l'ensemble des professionnels de la construction, de l'exploitation et de l'immobilier.

• Cas d'usage BIM : Voir Usage BIM.

• **CCTP** : Cahier des Clauses Techniques Particulières.

• **Cellule de synthèse** : Equipe en charge de la mission de synthèse d'exécution pour la phase d'exécution.

• **Conception-réalisation** : Un marché de conception-réalisation est un marché de travaux qui permet au pouvoir adjudicateur de confier à un groupement d'opérateurs économiques ou, pour les seuls ouvrages d'infrastructure, à un seul opérateur économique, une mission portant à la fois sur l'établissement des études et l'exécution des travaux.

- **DCE** : Dossier de Consultation des Entreprises.

- **DOE** : Dossier des Ouvrages Exécutés.

- **EDI** : Échange de données informatisées : Terme générique pour définir un échange d'informations automatique entre deux entités à l'aide de messages standardisés, de machine à machine.

- **ECD** : Environnement Commun des Données (en anglais : DCE : Data Common Environment) : Référentiel de Données qui contient toutes les informations numérisées relatives à un projet (plateforme collaborative, logiciels, maquettes, modèles, contrats, correspondances, …). Source unique des informations numérisées pour un projet ou un ouvrage donné, utilisée pour collecter, gérer et diffuser chaque élément d'information via un processus géré et des outils adaptés.

- **Entreprise** : Titulaire d'un lot de marché de travaux, de fourniture et/ou de pose d'équipement.

- **Équipements** : Un équipement est un produit fini fabriqué ou produit en usine et installé sur site. C'est généralement un ensemble de sous-ensembles constitués d'articles fonctionnels. Par exemple une voie ferrée est constituée de deux files de rails dont l'écartement est maintenu constant par une fixation sur des traverses, reposant elles-mêmes sur du ballast ou directement sur le génie civil. Un équipement participe généralement à une fonction, par exemple la voie ferrée est un chemin de roulement pour le matériel roulant. Chaque équipement est conçu par un MOE-S ou un MOE-MR/AC, fourni et/ou posé par une Entreprise, puis réceptionné par le MOA.

- **EXE** : Phase d'exécution ou de réalisation des Travaux.

- **Format natif** : Un format natif est un format d'enregistrement d'un document proposé par l'application par défaut. Par exemple *.doc est le format natif des documents élaborés sur le logiciel Word© ou *.dwg est le format natif des plans élaborés sur le logiciel Autocad©.

- **Format ouvert** ou standard ouvert : Un format ouvert est défini comme « tout protocole de communication, d'interconnexion ou d'échange et tout format de données interopérable et dont les spécifications techniques sont publiques et sans restriction d'accès ni de mise en œuvre ».

- **Format propriétaire** : Un format propriétaire est un format exclusif utilisé par un logiciel développé par un éditeur.

- **GED** : Gestion Electronique Documentaire.

- **GPE** : Projet Grand Paris Express.

- **IGN** : L'Institut national de l'information géographique et forestière est un établissement public à caractère administratif ayant pour mission d'assurer la production, l'entretien et la diffusion de l'information géographique de référence en France.

- **IFC** : Industry Foundation Class : Format ouvert d'échange de données utilisé dans les maquettes numériques du secteur de la construction. Le format IFC a pour but d'assurer l'Interopérabilité de l'ensemble des logiciels utilisés par l'ensemble des métiers et des acteurs d'un projet d'immobilier ou d'infrastructure. Il décrit les objets (murs, fenêtres, espaces, poteaux, voussoirs, etc.), leurs caractéristiques et leurs relations fonctionnelles. Il est conforme à la norme internationale STEP.

- **IFC4** : Révision 4 du format IFC. Elle est devenue la norme ISO 16739.

- **Ingénierie concourante** : Selon la norme ISO 19101, il s'agit de la « capacité d'un système ou d'une composante d'un système à permettre un partage des informations ainsi qu'un contrôle des processus coopératifs ». L'Ingénierie concourante implique simultanément les différents acteurs dans toutes les phases du cycle de vie du projet.

- **Interopérable** : Se dit d'un produit ou d'un système dont les interfaces sont intégralement connues, pouvant fonctionner avec d'autres produits ou systèmes existants ou futurs et ce sans restriction d'accès ou de mise en œuvre.

- **Interopérabilité** : L'interopérabilité est la capacité que possède un système informatique à être Interopérable. En ce qui concerne le BIM l'interopérabilité est la capacité, des logiciels et des plateformes collaboratives, d'échanger des données et des Maquettes numériques sans dépendre d'un acteur, d'un éditeur ou d'un outil en particulier. Elle nécessite un Format ouvert.

- **Jumeau Numérique** : Représentation numérisée d'un ouvrage physique, utilisée principalement pour les besoins de son exploitation et de sa maintenance. Le jumeau numérique évolue au fur et à mesure des modifications, des rénovations, de l'exploitation, de la maintenance de l'ouvrage réel.

- **LOD** : Level of détail ou Level of Development ou Level of Definition : Voir Niveau de …

- **Loi MOP** : Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée.

- **Métier** : Le terme métier est ici utilisé pour regrouper l'ensemble des corps de métiers, ou corps d'état, ou discipline, ou système complet, intervenant dans la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance, de l'ensemble des ouvrages et équipements composants le projet.

- **MINnD** : Projet National de recherche sur le thème de la Modélisation des informations interopérables pour les infrastructures durables. Il s'agit d'un un programme de recherche remarquable, par son mode de fonctionnement unique : un vrai cluster de filière, non gouvernemental, dont les partenaires sont à la fois laboratoires, donneurs d'ordre, ingénieristes, constructeurs, académiques et éditeurs de logiciels. C'est un organe de recherche avec peu d'équivalents dans le monde, de par ses relations étroites avec buildingSMART, avec l'OGC et le CNIG, avec les organismes de certification (ISO/CEN/AFNOR), mais aussi avec d'autres initiatives de grande actualité comme BoostConstruction initiée par les résultats de l'AFNET dans le secteur aéronautique. Le projet MINnD n'a pas bénéficié de subventions publiques significatives ni de soutiens marquants.

- **MN** : Maquette Numérique.

- **MNCO** : Maquette Numérique de Conception.

- **MNFE** : Maquette Numérique Fédérée.

- **MNGO** : Maquette Numérique Globale.

- **MNGP** : Maquette Numérique du projet du Grand Paris Express.

- **MNMA** : Maquette Numérique Marché.

- **MNME** : Maquette Numérique Métier.

- **MNOE** : Maquette Numérique des Ouvrages Exécutés.

- **MNSI** : Maquette Numérique de Synthèse Initiale.

• **MNSY** : Maquette Numérique de Synthèse.

• **MOA** : Maitre d'Ouvrage ou Maîtrise d'Ouvrage. Dans le cadre du GPE, il s'agit de la SGP.

• **MOE** : Maitre d'Œuvre ou Maîtrise d'Œuvre.

- MOE-I ou MOE Infra : désigne les titulaires des marchés de maîtrise d'œuvre pour la conception et le suivi d'exécution, pour la réalisation des infrastructures et architecturale sur le périmètre infrastructures, gares, sites industriels, systèmes locaux, et hors maîtrise d'œuvre architecturale du viaduc et des gares aériennes,

- MOE-SM : désigne les titulaires des marchés de maîtrise d'œuvre pour la conception et le suivi d'exécution, pour la réalisation des Centres d'Exploitation et de Maintenance (CEM) également dénommés : Sites de Maintenance et de Remisage (SMR) et des locaux du Poste de Commandement Centralisé (PCC)

- MOE Archi ou MOE Architecte : désigne les titulaires de la maîtrise d'œuvre Architecturale du viaduc et des gares aériennes,

- MOE-S ou MOE systèmes : désigne les titulaires des marchés de maîtrise d'œuvre des Systèmes.

- MOE-MR/AC : désigne les titulaires des marchés de maîtrise d'œuvre pour les équipements et installations de matériel roulant, automatismes et commandes centralisées.

• **Modélisation** : La modélisation est un processus aboutissant à la création d'un Modèle ? Dans la démarche BIM, ce Modèle est aussi dénommé appelé en BIM : Building Information Modell. Selon son objectif et les moyens utilisés, la modélisation est dite mathématique, géométrique, 3D, mécaniste (ex : modélisation de réseau trophique dans un écosystème), cinématique, etc.

• **ND** : Niveau de Définition.

• **Niveau de définition, Niveau de détail, Niveau de développement** : Niveau nécessaire d'informations liées aux objets en termes géométriques, analytiques, alphanumériques et relationnels. Il existe différents niveaux de définition/détail/développement pertinents suivant les phases du projet.

- Le Niveau de Représentation NdR
- Le Niveau d'Information : NdI ;
- Le Niveau de Complétude : NdC
- Le Niveau de Coordination : NCo

• **Objectifs BIM** : Traduction de certains des objectifs généraux du projet et de ses processus en Usages BIM dans une charte BIM, un cahier des Charges BIM, etc.

• **Objectifs Métier** : Ou Cas d'usage métier : Processus élémentaire s'intégrant dans le management du projet. A titre d'exemple, on peut parler de la vérification de l'adéquation programme/projet, de la synthèse, des métrés, de l'estimation financière ou de la communication, etc.

• **Objets BIM** : Représentation virtuelle d'un élément particulier ou d'une composante d'un ouvrage, formellement identifié (voile, dalle, poutre, tablier de pont …) avec ses propriétés (type de matériau, résistance mécanique, coefficient de dilatation…). Un objet BIM peut aussi être une relation, une tâche, une ressource, une propriété. Par Objets BIM, on entend la modélisation d'un ouvrage, sous-ouvrage, d'un équipement ou d'un composant d'un équipement. C'est un objet qui reflète la solution technique mise en œuvre à travers :

- Sa représentation géométrique,
- Les caractéristiques techniques, intégrées à l'objet sous forme de paramètres,

- Les informations permettant l'exploitation et la maintenance,
- Les connecteurs et liens (alimentation, contrôle/commande, réseaux fluides etc.) permettant de le relier à d'autres objets lors de son implantation dans la maquette. Ces connecteurs permettent de représenter les interfaces des objets avec leur environnement et de constituer des réseaux ou sous-systèmes.

• **Objets BIM génériques** : Objet libre de droit d'usage décrivant, y compris en termes de géométrie, de spécifications fonctionnelles et performancielles, un ouvrage, une partie d'ouvrage, un équipement ou un composant sans référence à un produit, une marque ou une solution spécifique. Il cadre la solution pratique correspondante.

• **openBIM** : Désigne l'Interopérabilité en matière de BIM. C'est à dire : pouvoir échanger des données entre logiciels d'éditeurs différents, grâce à un Format ouvert. La norme ISO d'Interopérabilité BIM est l'IFC, développée par l'association buildingSMART Intl©, dont le chapitre français est buildingSMART France©.

• **openData** : Données ouvertes auxquelles l'accès est totalement public et libre de droit, au même titre que l'exploitation et la réutilisation.

• **Ouvrages** : Un ouvrage est le résultat soit d'une construction sur site, soit d'un assemblage sur site d'objets préfabriqués. Chaque ouvrage est conçu par un MOE-I, ou un MOE Archi, réalisé ou exécuté par une Entreprise, puis réceptionné par le MOA.

• **PBC** : Plateforme BIM Collaborative.

• **PPBIM** : Product Properties for BIM : La norme expérimentale AFNOR XP P07-150 dite norme PPBIM concerne les propriétés des produits et systèmes (ensembles de produits respectant des règles d'assemblage et/ou de mise en oeuvre) utilisés en construction. Elle porte sur l'harmonisation des dictionnaires de propriétés, de groupes de propriétés (ensembles de propriétés permettant d'organiser les propriétés par thèmes), de documents, de produits, d'objets BIM génériques et de systèmes constructifs dans le cadre d'une maquette numérique.

• **Propriété d'objet BIM** : Attribut qui qualifie une caractéristique graphique, physique, analytique ou technique d'un objet.

• **Relation** : Lien formel entre deux objets. Une relation est aussi un objet.

• **Revue BIM** : Réunion de travail utilisant une ou des Maquettes numériques comme support.

• **RGF93-CC49** : Réseau Géodésique Français 1993 – Zone de projection n°49.

• **RTPGP** : Réseau de Transport Public de Grand Paris, ancien nom du Grand Paris Express.

• **SGP** : Société du Grand Paris, MOA du GPE.

• **SIG** : Système d'Information géographique : Système informatique permettant de rassembler et d'organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement, contribuant notamment à la gestion de l'espace.

• **Statut BIM** : Niveau d'avancement du processus de gestation et de validation de donnée. On affecte à chaque donnée (ou à chaque famille de données) un attribut « Statut BIM », qui prend l'un des 3 états suivants (Norme ISO 19650) :

- En cours : la donnée est en cours de conception. Elle n'est pas encore partagée et est utilisée « en interne » par le groupe de travail de la discipline considérée.

- Partagé : la donnée est contrôlée au sein de sa propre discipline pour une fonction spécifique. Si elle est juste et conforme, elle est partagée avec les autres groupes de travail pour être confrontée à son contexte.

- Publié : la donnée est confrontée à son contexte et à son environnement. Si elle est conforme aux attentes et n'est pas en interférence, elle obtient l'autorisation de publication par le maître d'ouvrage. La donnée devient alors la référence tant qu'elle n'est pas remise en question. Elle peut alors servir pour le développement de la conception, pour la construction ou la gestion des actifs.

• **STEP** : Standard for exchange of product data model – ISO 10 303 : Norme ISO de spécification et d'échange de modèles de produits. STEP propose un cadre méthodologique, un formalisme et des outils EDI.

• **Système ou Système fonctionnel** : Ensemble d'entités participant au fonctionnement spécifique d'un ouvrage. Ces entités sont reliées entre elles via des liaisons physiques, logiques ou via des processus ou des comportements. Cela consiste en un ensemble d'équipements assurant un ensemble fonctionnel cohérent (par exemple, système « Billettique », système « Automatismes de conduite », système « LAC », etc.). Le niveau « Système » correspond au niveau lot (GOx.y) dans le PBS systèmes.

• S**ystèmes de classification** : Un système de classification standardisé consiste en une hiérarchisation des objets physiques (éléments, espaces, produits) et immatériels (phases, services, disciplines, rôles) utilisés dans la maquette numérique. Une codification est associée à chaque niveau de cette structuration hiérarchique. Celle-ci permet aux acteurs d'être certains de parler du même élément, peu importe la sémantique ou la langue utilisée. Dans le cadre de l'organisation du BIM sur une opération, un standard de système de classification doit être référencé et partagé entre tous les contributeurs BIM, afin d'assurer l'uniformité des dénominations utilisées pour renseigner les différentes maquettes numériques et documents.

• **Travail collaboratif** : Mode d'organisation du travail en vue d'atteindre un but commun, reposant principalement sur la participation, le dialogue et l'échange entre partenaires : maîtrise d'ouvrage, maîtrises d'œuvre, entreprises, fournisseurs, etc. Le travail collaboratif suppose la compréhension mutuelle des besoins et exigences des autres intervenants. Voir aussi Ingénierie concourante.

• **Usages BIM** : Ou Cas d'Usage BIM ou BIM Use ou Model Use ou Use Case : processus élémentaire utilisant des technologies numériques. Par exemple : Modélisation, Etude variantes et gestion des configurations, planification 4D, Contrôles automatiques pour suivi avancement, etc. C'est un processus réalisé par les contributeurs à la démarche BIM, sous le contrôle de l'équipe de BIM Management. Les usages BIM devront permettre d'atteintes des objectifs BIM. Chaque objectif métier devra être nourri par autant d'usages BIM que nécessaire.

• **Visualiseur ou Viewer** : Logiciel utilitaire, souvent gratuit, permettant d'afficher, visualiser, manipuler un fichier lorsqu'on ne dispose pas de son logiciel d'origine. Par exemple, EveBIM© (CSTB) est un visualisateur de fichiers IFC.

• **Vue métier** : Extraction des Maquettes numériques et de la Base de données associée, correspondant aux informations utiles aux acteurs du Métier considéré.

• **VRD** : Voirie et Réseaux Divers.

Grand Palais Nef

Perspective du projet final

© Chatillon Architectes

On voit ici que le BIM est parfaitement adapté aux programmes de réhabilitation, y compris dans le domaine des monuments historiques, à savoir le chantier emblématique du Grand Palais, porté par la Réunion des musées nationaux.

PARIS VIII^{e}

© Société du Grand Paris

© Antoine Mercusot Courtesy Chatillon Architectes

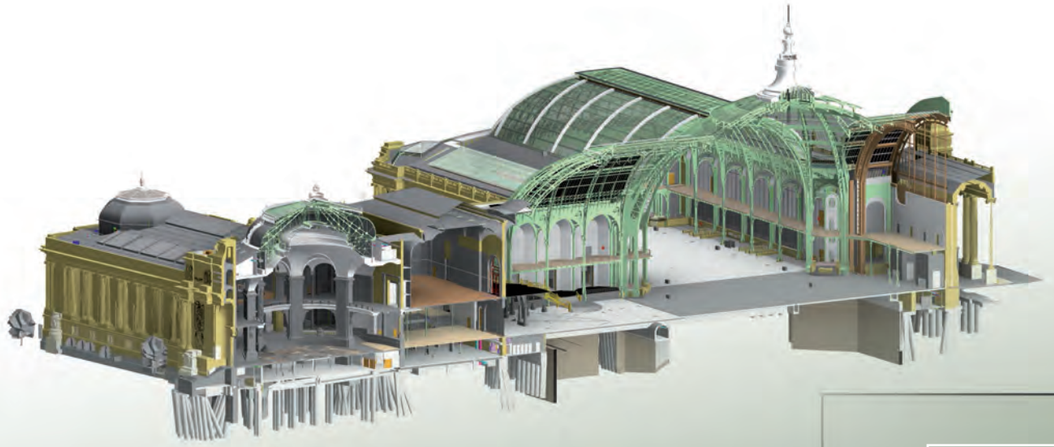
© Antoine Mercusot Courtesy Chatillon Architectes

Portrait

François Chatillon

Le chantier du Grand Palais

© Chatillon Architectes



BIM d'Or 2022

Projet Grand Palais
TZN Longitudinale

Perspective du projet final Square J. Perrin

©Chatillon Architectes

Le chantier du Grand Palais

© Antoine Mercusot Courtesy Chatillon Architectes.

© Soyez Grand Paris

PARIS VIII^e

© Chatillon Architectes

Rotonde d'Antin

Perspective du projet final

© Chatillon Architectes

Place centrale

Perspective du projet final

© Antoine Mercusot Courtesy Chatillon Architectes

Le chantier du Grand Palais

© Patrick Tourneboeuf pour la Rmn-Grand Palais

ANNEXE VI

LE GUIDE D'APPLICATION BIM LUXEMBOURGEOIS

francois.pelegrin@architecture-pelegrin.com

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

digital building.lu

GUIDE D'APPLICATION BIM

VERSION 1.0 (07/2017)

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

1 INTRODUCTION 96
1.1 Objet du guide 96
1.2 Contexte d'élaboration et de mise à jour 96

2 LE BIM : CE QU'IL FAUT SAVOIR 96
2.1 Définitions et principes du BIM 96
Les niveaux de maturité du BIM 97
« Petit BIM » / « Grand BIM » – « BIM Fermé » / « BIM Ouvert » 99
2.2 Les rôles du BIM 100
Schéma organisationnel type 100
Assignation des rôles 101
2.3 Les logiciels et formats du BIM 102
Les logiciels de modélisation et traitement des données 102
IFC (« Industry Foundation Classes ») : le format d'échange « open BIM » 102
Liens utiles 103
BCF (BIM Collaboration Format) : le format de communication autour des maquettes 103
Les plateformes collaboratives (le Common Data Environment) 104
2.4 Les usages du BIM 104
2.5 Les « niveaux » d'une maquette numérique BIM 107

3 METTRE EN PLACE UN PROJET BIM 109
3.1 Formalisation des exigences du MO : le « Project BIM Brief » (PBB) 109
Définition des objectifs généraux et des usages du BIM préconisés 109
Définition des exigences d'information et des jalons de livraison 109
Définition de l'information de référence mise à disposition par le MO 112
Définition de l'environnement de données commun (CDE) 112
Définition des règles spécifiques concernant la production et l'échange d'information 112
Remarques 112
3.2 Formalisation de la proposition par la MOE : le « BIM Execution Plan » (BEP) 112
Rappel des objectifs et définition des usages BIM finaux 113
Définition du contexte organisationnel 113
Définition des échanges d'informations en réponse aux exigences du MO 113
Définition des moyens (techniques et autres) utilisés en réponse aux exigences du MO 114
Remarques 114
3.3 Suivi du projet 114
3.4 Schéma récapitulatif (workflows) 115

4 CONCLUSION 116

5 RÉFÉRENCES 116

6 GLOSSAIRE 117
AIM (Asset Information Model) 117
AIR (Asset Information Requirements) 117
BCF (BIM Collaboration Format) 117
BEP (BIM Execution Plan) 117
EIR (Exchange Information Requirements) 118
IFC (Industry Foundation Class) 118
Interopérabilité 118
Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur (GMAO) 118
LOD/LOI) - « Level of… » 118
Maquette numérique 119
MIDP (Master Information Delivery Plan) 119
TIDP (Task Information Delivery Plan) 119
« nD » ou « xD » 119
Niveau du besoin d'informations 119
Niveau GID 119
PBB (Project BIM Brief) 119
Processus (Workflow) 120
PIM (Projet Information Model) 120
PIR (Project Information Requirements) 120

7 ANNEXES 120

8 REMERCIEMENTS 120

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 connaitre 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 géométraux (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

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.

[1] *Un consensus apparait au niveau des différentes approches pour ce qui est de la définition de 4D et 5D. Audelà, 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)).*

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.

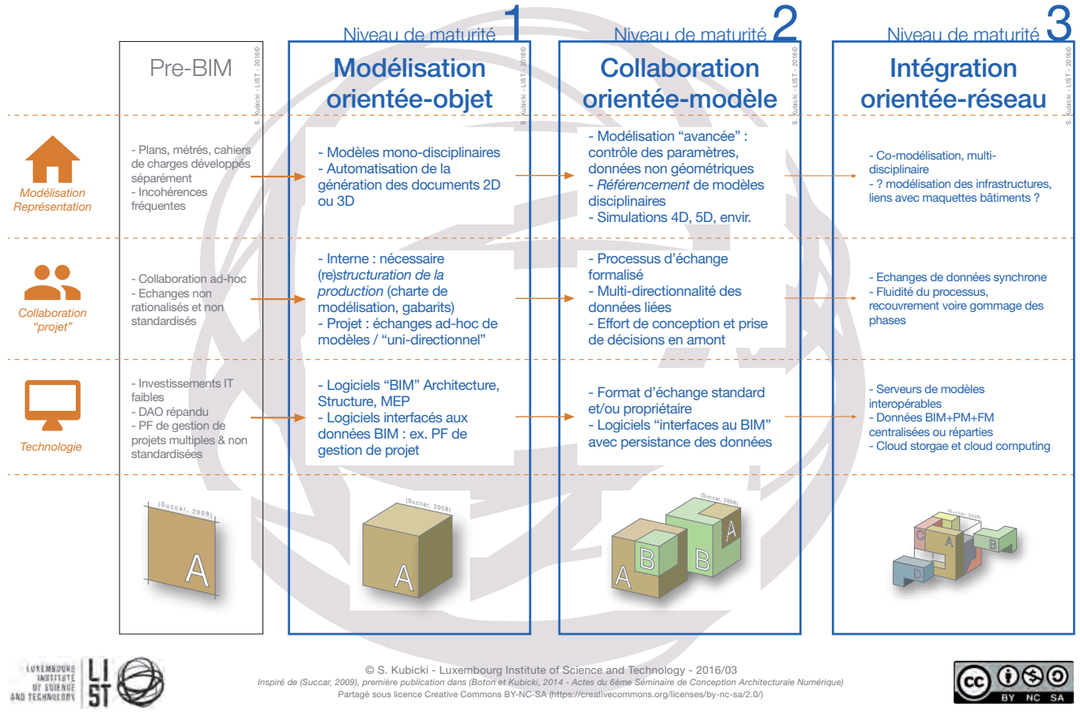


Figure 1. Niveaux de maturité BIM (Kubicki 2015)

« 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.

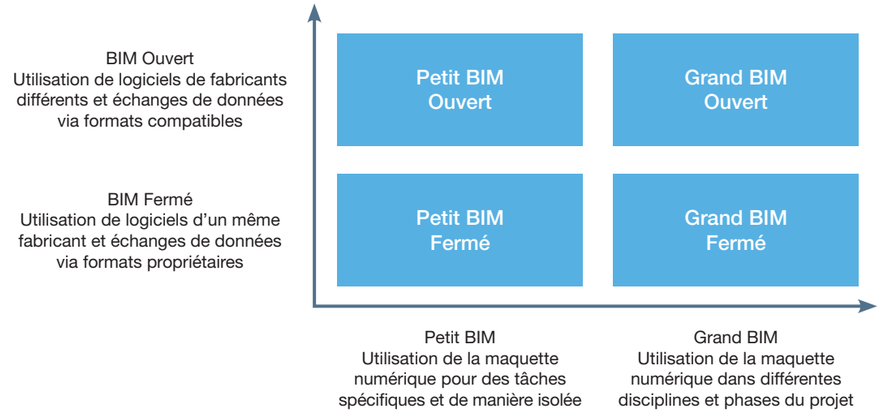


Figure 2. Matrice des contextes BIM, combinaison de Petit BIM / Grand BIM, BIM Fermé / BIM Ouvert

2.2 Les rôles du BIM

Schéma organisationnel type

L'efficience 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 projeteur[2] 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 possèderont 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.

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.**

[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.*

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 parait cohérent et suit la majorité des référentiels.

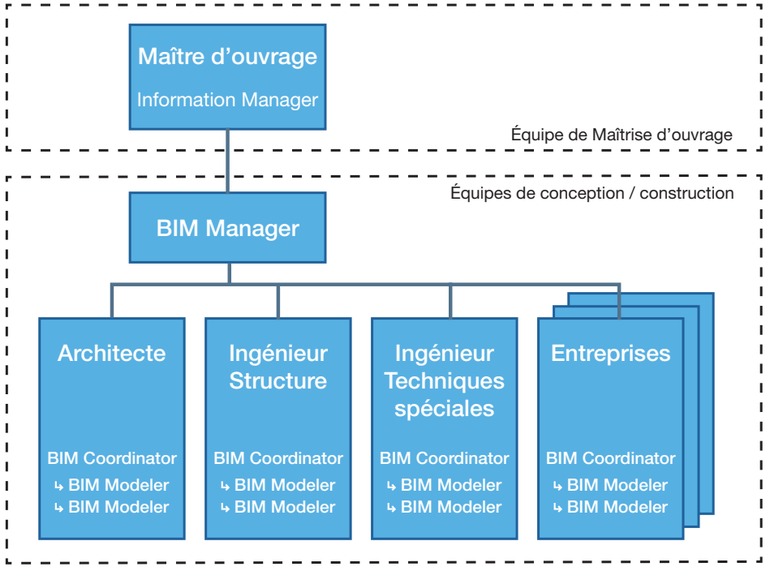


Figure 3. Organigramme type

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 modeleur 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 ferraillage, 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.

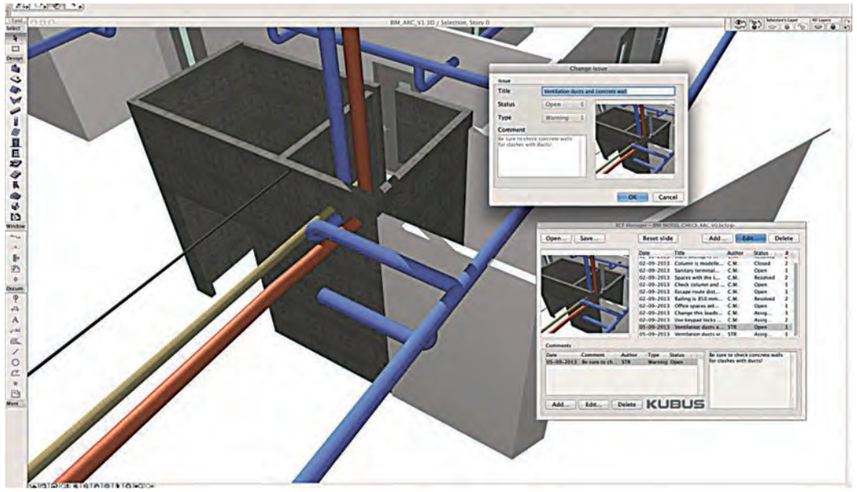


Figure 4. Illustration d'une communication BCF (Solibri Kubus)

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 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 est 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 (« clashs ») entre les maquettes fait partie de cet usage.
7	**Production des livrables (géométraux, 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 cout 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 règlementaires (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 couts » 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 besoins[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 » (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 » (PBB[6]) 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

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

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 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.

Uniformat Level					Omniclass Level							JALON 1			JALON 2		
												GID de référence			GID de référence		
												Date de livraison			Date de livraison		
1	2	3	4	5	T	1	2	3	4	5	Termes anglais	Termes français	GID	Responsable	Remarques	GID	Responsable	Remarques
-					13-						SPACE	ESPACE						
A					21-	01	00	00	00	00	SUBSTRUCTURE	Sous-structure						
A	10				21-	01	10	00	00	00	Foundations	Fondations						
A	10	10			21-	01	10	10	00	00	Standard Foundations	Fondations standards						
A	10	20			21-	01	10	20	00	00	Special Foundations	Fondations spéciales						
A	20				21-	01	20	00	00	00	Subgrade Enclosures	Enceinte en sous-sol						
A	20	10			21-	01	20	10	00	00	Walls for Subgrade Enclosures	Murs d'enceinte en sous-sol						
A	40				21-	01	40	00	00	00	Slabs-on-Grade	Dalle inférieure						
A	40	10			21-	01	40	10	00	00	Standard Slabs-on-Grade	Dalle inférieure standard (dallage)						
A	40	20			21-	01	40	20	00	00	Structural Slabs-on-Grade	Dalle inférieure structurelle (radier)						
A	40	30			21-	01	40	30	00	00	Slab Trenches							
A	40	40			21-	01	40	40	00	00	Pits and Bases							
A	40	90			21-	01	40	90	00	00	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'information[9] 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 UNIFORMAT :

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 :	
Ferraillages	IfcReinforcingBar
Réservations	IfcVoidingFeature
Platine	ifcPlate
etc…	…

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

NIVEAU D'INFORMATION							
Elément à informer	Détail	GID X1X	GID X2X	GID X3X	GID X4X	GID X5X	**Paramètres IFC (4) associés**
Ferraillage	Taux de ferraillage 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 »

[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'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 vigueurs, 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…

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 connaitre :
- 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, géo référencement, 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 ou seront placé 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 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 comptes 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.

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.

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

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*)

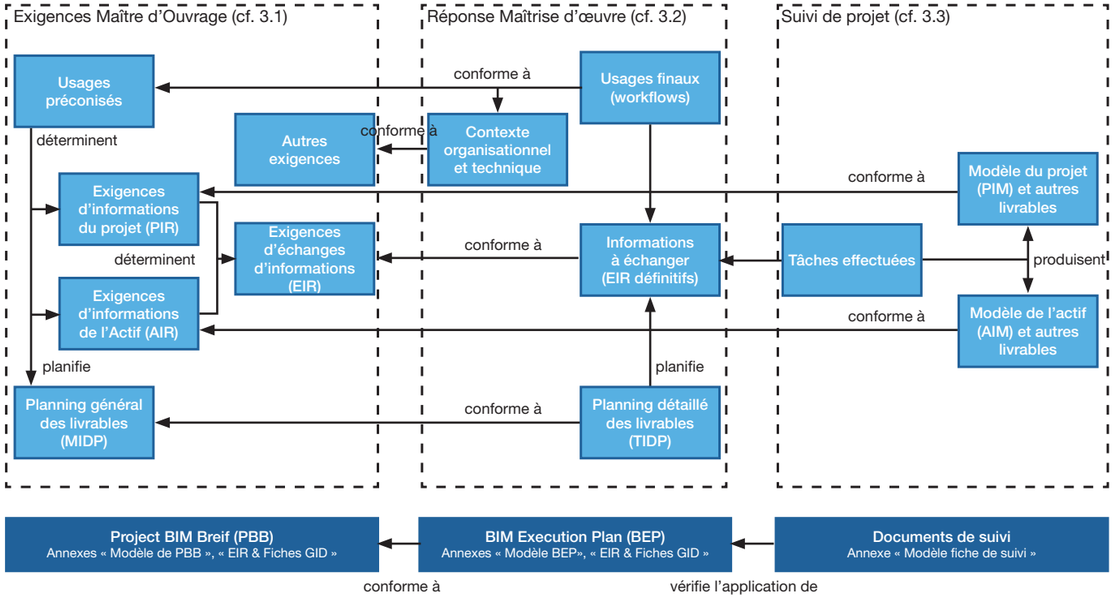


Figure 8. Schéma récapitulatif des processus

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 connaitre 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, géo référencement, 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 apparait 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 définit 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 taches des différents acteurs et d'en évaluer le bon déroulement.

PIM (*Projet 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

OAI
ORDRE DES ARCHITECTES ET DES INGENIEURS-CONSEILS

FEDERATION DES ARTISANS

CHAMBRE DES METIERS
Luxembourg

GROUPEMENT DES ENTREPRENEURS
BY FEDIL

RÉDACTEURS & CONSEILLERS TECHNIQUES

argest

BIMCONSULT
Construisons le futur ensemble

PARTENAIRES ASSOCIÉS

neobuild

LUXEMBOURG INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
LIST

PAUL WURTH
BMS group

DREES & SOMMER

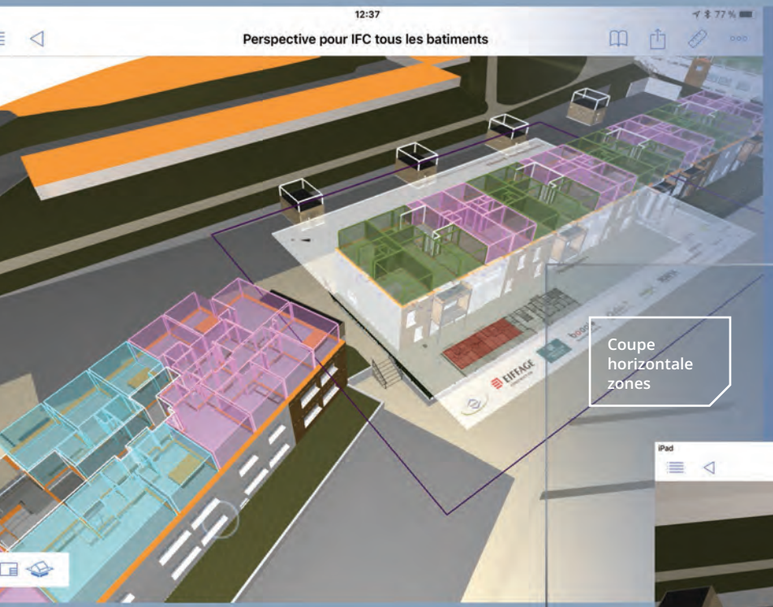
AVEC LE SOUTIEN DE

UNION EUROPÉENNE
Fonds européen de développement régional

Digital Luxembourg

VOREPPE

Réhabilitation de 127 logements
collectifs sociaux / PLURALIS



Coupe
horizontale
zones

Perspective pour IFC

tous les bâtiments
Coupe horizontale
plan

Perspective pour IFC

tous les bâtiments
Coupe horizontale
plan

Vues d'ensemble

francois.pelegrin@architecture-pelegrin.com

ANNEXE VII

LIENS VERS LES LIVRABLES DU PLAN BIM

https://www.pratiquerlebim.fr/

https://www.cerema.fr/fr/mots-cles/bim

https://plan-bim-2022.fr/

https://plan-bim-2022.fr/actions/demonstrateur-olympi/

https://www.orelie-bim.fr/

https://kroqi.fr/

© Agence Kengo Kuma & Associates / Société du Grand Paris

ANNEXE VIII

BIBLIOGRAPHIE

francois.pelegrin@architecture-pelegrin.com

Lettre de mission

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Plan Transition Numérique dans le Bâtiment

Monsieur Christian Romon
Secrétaire général de la Mission
Interministérielle pour la Qualité des
Constructions Publiques (MIQCP)
Tour Pascal B
92055 Paris - La Défense Cedex

Paris, le 12 février 2015

Objet : Numérique et loi MOP
Référence : PTNB - 03.15

Monsieur le Secrétaire général,

Madame Sylvia PINEL, ministre du Logement, de l'Egalité des Territoires et de la Ruralité m'a confié par lettre de mission ci-jointe, en date du 20 janvier 2015, la présidence du Plan Transition Numérique dans le Bâtiment destiné à accélérer l'appropriation de la maquette numérique et du BIM par tous les acteurs de manière à moderniser et redynamiser la construction dans un contexte économique difficile et une compétition internationale qui s'intensifie.

S'agissant d'un changement de paradigme majeur, qui induit une nécessaire évolution dans les pratiques relationnelles des acteurs de la construction, de nombreuses questions d'ordre technique, juridique, industrielle doivent être examinées : interopérabilité des systèmes numériques, formats d'échange des fichiers, préservation de la propriété intellectuelle et des droits d'auteur, traçabilité des interventions sur la maquette en relation avec la nécessaire identification des responsabilités de chaque acteur dans la conception et la réalisation, évolutions organisationnelles pouvant entraîner des transferts de charge entre acteurs et donc rééquilibrage financier des contrats ...

Si aujourd'hui les acteurs opérationnels les plus motivés se sont spontanément emparés de l'outil dans leur champ de compétence et de responsabilité, la question se pose du rôle que doivent jouer les maîtres d'ouvrage qui sont à l'origine du lancement des opérations. Ils sont à coup sûr intéressés par les gains qualitatifs de la construction et l'amélioration attendue de la maîtrise des délais et des coûts, ainsi que par la perspective de pouvoir disposer à la mise en service d'une base de données numérisée à jour du bâtiment permettant d'en faciliter l'exploitation et l'entretien.

Plan Transition Numérique dans le Bâtiment
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - 4, avenue du Recteur Poincaré – 75016 Paris
Téléphone : 01.40.50.28.28

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Plan Transition Numérique dans le Bâtiment

Mais a contrario jusqu'où les maîtres d'ouvrage doivent-ils réellement s'impliquer dans la mise en place d'un outil de travail au service des concepteurs et des réalisateurs ? Comment formuler dans les consultations qu'ils doivent organiser et dans les contrats qu'ils doivent signer, leurs légitimes exigences sans pour autant déposséder chaque acteur de sa liberté du choix des voies et moyens pour réaliser au mieux sa mission, sans pour autant risquer de remettre en cause les grands principes de l'accès à la commande publique ?

Il n'y a sans doute pas de réponse organisationnelle unique à toutes ces questions, différentes solutions devront être soumises à l'expérimentation, des itérations auront lieu notamment au fur et à mesure qu'une offre logicielle de mieux en mieux adaptée verra le jour. Mais sans attendre il paraît opportun de capitaliser les expériences acquises et de recenser les points de convergence ainsi que les points d'attention et de vigilance.

Pour faire suite à nos échanges et aux interrogations que soulève l'utilisation de la maquette numérique et du BIM dans le cadre des marchés publics de bâtiments, je souhaite vous confier l'animation d'un groupe de travail thématique rassemblant des acteurs motivés dans l'objectif de recueillir la matière support à la rédaction d'un ensemble de recommandations destinées aux maîtres d'ouvrage.

Votre positionnement interministériel vous permettra d'associer les partenaires publics et professionnels français, tout en ayant un regard sur les pratiques de nos voisins européens.

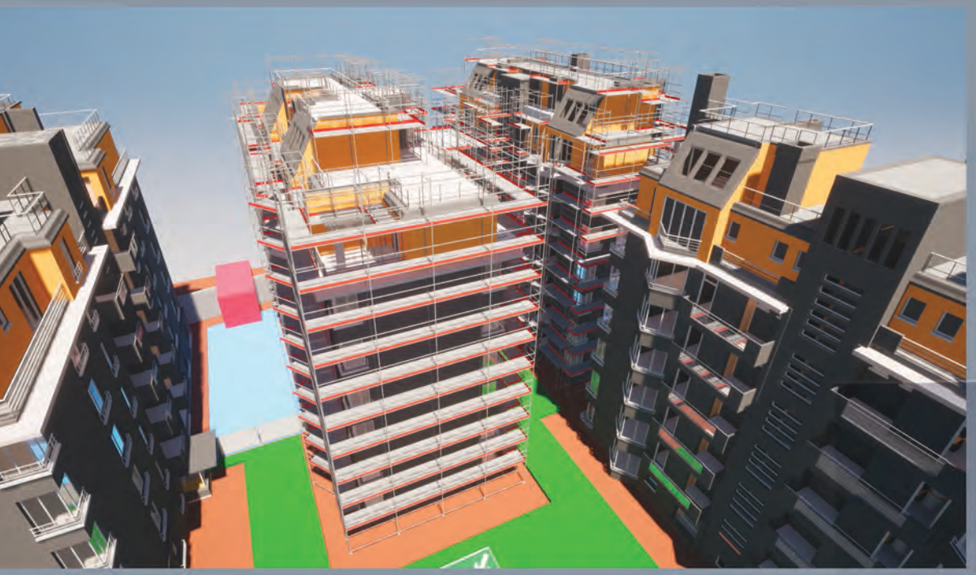
Si cette proposition vous agrée, je vous remercie de bien vouloir me le confirmer par retour de courrier.

Jérôme MAT, directeur du Plan Transition Numérique dans le Bâtiment se tiendra à votre disposition pour établir conjointement la liste des membres de ce groupe de travail.

Je vous prie de croire, Monsieur le Secrétaire général, à l'assurance de mes sentiments distingués.

Bertrand Delcambre
Président du Plan
Transition Numérique dans le Bâtiment

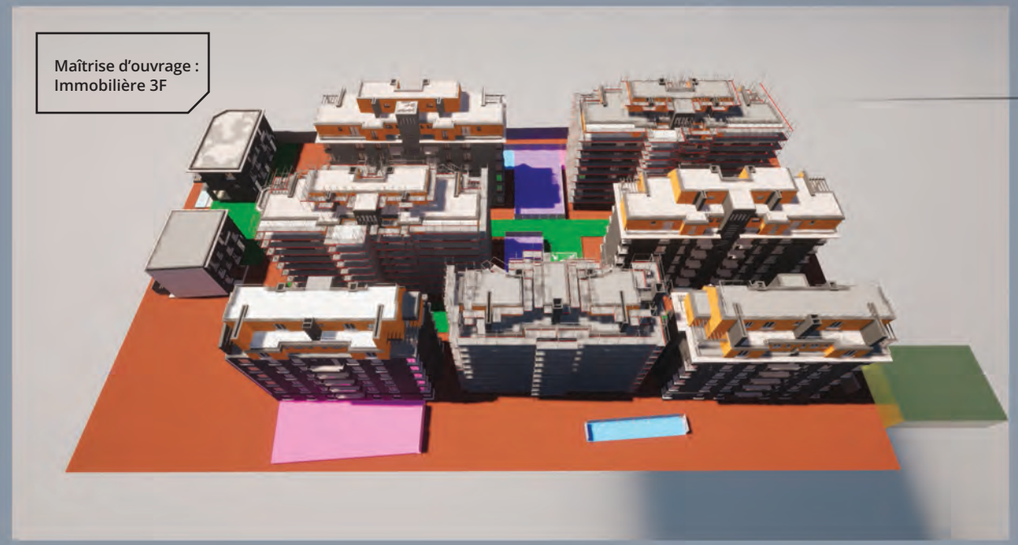
Plan Transition Numérique dans le Bâtiment
Centre Scientifique et Technique du Bâtiment - 4, avenue du Recteur Poincaré – 75016 Paris
Téléphone : 01.40.50.28.28



Crédit Images :
Colas Bâtiment,
Equateur,
Inddigo, IPC

FONTENAY-SOUS-BOIS

Maîtrise d'ouvrage :
Immobilière 3F



Réhabilitation thermique

178 logements

Usages BIM de conception : modélisation de l'existant à partir d'un nuage de points, fiabilisation des quantités en phases AVP & PRO, insertion de la maquette IFC au DCE.

Usage BIM d'exécution : modélisation des installations de chantier, communication avec les habitants.

Bibliographie

Bibliographie du guide initial (2015)

- **Rapport Bertrand DELCAMBRE**
  Mission Numérique Bâtiment
  2 Décembre 2014

- **Guide Comment rédiger une convention BIM ?**
  BuildingSMART - Médiaconstruct
  Version 2 mars 2018

- **BIM et Maquette Numérique**
  Olivier CELNIK, Eric LEBEGUE
  CSTB Editions - Eyrolles
  2ème édition 29 octobre 2015

- **Conduire un projet de construction à l'aide du BIM**
  Eric LEBEGUE, José Antonio CUBA SEGURA
  CSTB Editions - Eyrolles
  Novembre 2015

- **BIM/Maquette Numérique Contenu et niveaux de développement**
  Syntec-Ingénierie, Cahier pratique du Moniteur des travaux Publics et du Bâtiment
  9 mai 2014

- **Livre Blanc : Préparer la révolution numérique de l'industrie immobilière**
  Franck HOVORKA, Jean-Yves BRESSON, Alain SEVANCHE
  Caisse des Dépôts
  Avril 2014

- **Droit du Numérique et Bâtiment**
  Rapport au Président du Conseil Supérieur de la Construction et de l'Efficacité Energétique et au Président du Plan Transition Numérique dans le Bâtiment
  Xavier PICAN
  31 janvier 2016

Bibliographie complémentaire, version avril 2023

- **Guide d'une opération de construction publique en BIM**, Laurent Bidault, Candice Hassine, Le Moniteur, 2021.

- **Archi BIM**: Cap sur le bâtiment 2020, 30 mars 2017, François Pelegrin

- **Nouvelles perspectives du BIM**, coordinnation Ana Roxin, le jumeau numérique et la construction intelligente (smart building) ingénierie & architecture, enseignement & recherche, Eyrolles 2022

- **BIM et architecture**, CSTB éditions, Eyrolles, 2015

- **BIM, Management et collaboration**, CSTB éditions, Eyrolles, 2015

- **Conduire un projet de construction à l'aide du BIM**, CSTB éditions, Eyrolles, 2015

Remerciements

Organismes représentés dans le groupe de travail initial (2015):

- **Maîtrise d'ouvrage :**
- Ministère des finances et des comptes publics/Direction des achats de l'État (DAE)
- Opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la culture (OPPIC)
- Union sociale pour l'habitat (USH)
- Agence publique pour l'immobilier de la justice (APIJ)
- Association des ingénieurs territoriaux de France (AITF)

- **Maîtrise d'œuvre :**
- Conseil national de l'ordre des architectes (CNOA)
- Union nationale des syndicats français d'architectes (UNSFA)
- SYNTEC Ingénierie
- Fédération CINOV
- Union nationale des économistes de la construction (UNTEC

- **Entreprises :**
- Fédération française du bâtiment (FFB)
- Entreprises générales de France. BTP (EGF-BTP)
- Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment (CAPEB)

- **Industriels :**

- Fédération des industries électriques, électroniques et de communication(FIEEC)

- **Organismes experts en BIM :**
- Média@construct
- Modélisation des informations interopérables pour les infrastructures durables (MINnD)
- BimXPERT/BimFRANCE

- **Organismes en contrôle, certification et expertise**
- Organismes de contrôle tierce partie indépendante (COPREC)
- Association Qualitel/CERQUAL)
- Fédération des sociétés d'expertise (FSE)

- **Administration :**
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer/ Ministère du logement et de l'habitat durable
  > (MEEM-MLHD/DGALN/PUCA
  > (MEEM-MLHD/DGALN/QC)
  > (MEEM-MLHD/SG/DAFI)
- Ministère de la culture et de la communication/DGP
- Ministère de l'économie de l'industrie et du numérique/DGE
- Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA)
- Plan transition numérique dans le bâtiment (PTNB)
- Mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques (MIQCP)

Le PTNB et la MIQCP remercient tout particulièrement pour leur participation active aux travaux du groupe les personnes suivantes : François BAYLE (UNTEC), Pierre-Yves BERTHELEMY (FIEEC), Nicolas BLONDEL (MEEM-MLHD/SG/DAFI), Gilles CHARBONNEL (CINOV), Marie Claire COIN (EGF-BTP), Didier DARREMONT (FFB), Louis DEMILECAMPS (MINnD), Frédéric DENISART (CNOA), Lila DIDA (OPPIC), Laëtitia DIAS (CINOV), François FAUCHER (UNTEC), Patricia GRELIER-WYCKOFF (FFB), Alexandra HORSIN (MEEM-MLHD/DGALN/QC), Véronique LE BOUTEILLER (MIQCP), Pascal LEMONNIER (MEEM-MLHD/DGALN/PUCA), Stéphane LUTARD (CNOA), Denis MARILLIER (FSE), Pierre MASCLOUX (PTNB), Rodolphe MAUFRONT (UMB), Christophe MERIENNE (SYNTEC), Karine MIQUEL (COPREC), François PELEGRIN (UNSFA), Régis PEUTILLOT (Ministère de la culture/DGP), Sébastien SAUVAGET (CAPEB), Cécile SEMERY (USH), Benoit SENIOR (UNSFA), Nicole SITRUK (MIQCP), Didier VALEM (FFB), Benjamin VALLOIRE (SYNTEC), Eymeric VIGUIE (DAE).

Nos remerciements s'adressent également aux personnes auditionnées par le groupe : Philippe COTTARD (Habitat 76), Lila DIDA (Opérateur du patrimoine et des projets immobiliers de la culture), Aurore FARGETTE (Agence publique pour l'immobilier de la justice), Christophe LHEUREUX (Immobilière 3F), Eric RULLIER (CFD Immobilier).

Remerciements complémentaires, version d'avril 2023

Nous remercions particulièrement la Société du Grand Paris, ainsi que 3F groupe action logement d'avoir accepté la publication en annexe du guide, respectivement de sa charte maquette numérique et de son cahier des charges BIM.

La MIQCP remercie tout particulièrement pour leur participation active aux travaux du groupe les personnes suivantes :

Eddie Alix (DHUP)
Camille Porretta (MAF)
Michel Klein (MAF)
Paul Sarais (USH)
Roland Marques (CNOA)
Stéphane Lutard (CNOA)
Olivier Celnik (CNOA)
François Pelegrin (UNSFA)
Benoit Senior (Plan BIM)
Didier Valem (FFB)

Remerciements particuliers à Nicolas Delrieu (SGP).

Placée auprès du Ministère en charge de l'architecture, la MIQCP a pour vocation de promouvoir la qualité des constructions publiques. Son positionnement interministériel lui permet d'associer dans sa réflexion de nombreux partenaires, publics et privés, en France et en Europe, et de fonder ses recommandations sur l'observation et l'analyse de leurs pratiques.

L'usage de la maquette numérique et du BIM (Building Information Modelling) est désormais à la portée de tous les professionnels du bâtiment, qui échangent de plus en plus souvent en réseau et par voie dématérialisée. S'agissant cependant d'un changement de paradigme majeur, qui induit une nécessaire évolution dans les pratiques relationnelles des acteurs de la construction, de nombreuses questions d'ordre technique, juridique et organisationnel se doivent d'être examinées.

Afin d'accompagner les maîtres d'ouvrage publics dans ce changement, la MIQCP, en lien étroit avec les acteurs du plan BIM et le Ministère de la Transition écologique, a élaboré puis actualisé ce guide, dont l'objectif est de motiver les maîtres d'ouvrage et de les aider à développer une démarche BIM pour leurs opérations de construction, de réhabilitation et de gestion de leur patrimoine immobilier.

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PLANBIM
Généraliser l'usage du numérique dans le bâtiment

mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques