

ERA – QUAI D’ORSAY – PARIS

RÉNOVATION ET EXTENSION DE L’AILE DES ARCHIVES

MAÎTRE D’OUVRAGE :

MINISTÈRE DE L’EUROPE ET DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES
DIRECTION DES IMMEUBLES ET DE LA LOGISTIQUE
SOUS-DIRECTION DES SERVICES CENTRAUX ET DE LA LOGISTIQUE
BUREAU DES OPERATIONS EN FRANCE (DIL/SCL/FR)
57 BOULEVARD DES INVALIDES
F – 75700 PARIS 07 SP
TEL : 01 43 17 53 53

CAHIER DES CHARGES BIM EXÉCUTION - DOE

DATE	ÉMETTEUR	PHASE	FICHIER	DOCUMENT	NUMÉRO
11/07/2024					
DATE	MODIFICATIONS			INDICE	
09/04/2024	Version initiale			0	
25/04/2024	Modifications suivant remarques MOA			1	
08/07/2024	Modifications suivant remarques MOE			2	
11/07/2024	Modifications suivant remarques MOA			3	

Table des matières

0.	Résumé	4
1.	Périmètre des responsabilités	5
1.1.	Propriété matérielle et propriété intellectuelle de la maquette	5
1.2.	Exclusivité-Confidentialité des données informatiques	5
1.3.	Assurances et Responsabilités	5
1.4.	Responsabilités de l'équipe BIM Management	5
1.5.	Données personnelles	5
1.6.	Portée contractuelle	5
1.7.	Limite d'application	5
2.	Généralités	6
2.1.	Objet du document	6
2.2.	Informations du projet	7
3.	Les intervenants du projet.....	8
3.1.	Les principaux intervenants en phase d'exécution	8
3.2.	Rôles et responsabilités des intervenants	9
4.	Objectifs et usages BIM du projet	12
5.	Les prescriptions techniques BIM.....	13
5.1.	Les outils et logiciels	13
5.2.	Le format des maquettes numériques.....	14
5.3.	Les normes du BIM applicables à l'opération	15
5.4.	L'environnement commun des données	15
5.5.	Clauses de contenu	18
5.5.1.	<i>Convention BIM d'exécution</i>	<i>18</i>
5.5.2.	<i>Principes généraux de modélisation.....</i>	<i>19</i>
5.5.3.	<i>Fonds de plan dwg.....</i>	<i>21</i>
5.5.4.	<i>Compatibilité IFC.....</i>	<i>21</i>
6.	Structuration des maquettes.....	23
6.1.	Localisation.....	23
6.2.	Géoréférencement.....	24
6.3.	L'arborescence spatiale	25
6.4.	Les unités de mesure	26
6.5.	Les classifications	27

6.6.	Les attributs des équipements	27
6.7.	Découpage des maquettes numériques	27
6.8.	Codifications des documents et des modèles 3D	29
7.	Niveau de développement	31
7.1.	Résolution des niveaux de détail – (ND)	31
7.2.	Spécification des niveaux d'information – (NI)	32
7.3.	Évolution du niveau de développement des maquettes.....	33
7.4.	Organisation des attributs/renseignements	34
8.	Livrables	36
8.1.	Documents BIM.....	36
8.2.	Maquettes numériques et les extractions de livrables	37
8.3.	Constitution des livrables	37
8.4.	Non remise des livrables	41
9.	Le Contrôle qualité.....	41
10.	Glossaire et abréviations	44

0. Résumé

Informations clés	Précisions
Objectifs BIM	<p>L'amélioration de la qualité des ouvrages</p> <p>La facilitation des revues de maquette numérique</p> <p>La consultation des données via la maquette numérique</p> <p>La préparation de l'exploitation future de l'ouvrage</p>
Usages BIM prioritaires	<p>Gestion de projet</p> <p>Réalisation des études de synthèse</p> <p>Réalisation des études d'exécution</p> <p>Consolidation des DOE</p>
Niveau de maturité BIM	<p>BIM niveau 2 : BIM collaboratif où chaque acteur de la construction travaille sur sa propre maquette avec échange de fichiers entre ces acteurs en IFC et le recours à la communication au format BCF</p>
Documents de référence	<p>Le présent cahier des charges BIM et ses annexes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Annexe 1 matrice des responsabilités • Annexe 2 niveaux de détail et d'information • Annexe 3 classes Ifc et Classifications Unifomat II <p>La Convention BIM EXE-DOE</p> <p>La Notice BIM pour les études de synthèse</p>
Outils de référence	<p>Plateforme de collaboration : Désigner/valider par la MOA</p>
Clauses techniques	<p>Géoréférencement : point remarquable du site, défini par le système de coordonnées Lambert RGF 93 CC49</p> <p>Format : Natif & IFC 2x3 TC1</p> <p>Taille maximale des maquettes numériques : 400 Mo (Natif) et 250 Mo (Ifc)</p> <p>Communication et coordination : BCF</p> <p>Décomposition des maquettes numériques : Une Maquette Numérique par bâtiment et spécialité/lot : GO, CVC, PLB, Menuiseries extérieures, CFO-CFA, etc...</p> <p>Classification : Unifomat II ASTM 2015</p>
Niveau de détails et niveau d'information	<p>Se référer à l'annexe 2 au présent document</p>
Livrables	<p>Convention BIM EXE</p> <p>SYN : Maquettes numériques, plans de synthèse,</p> <p>EXE : Maquettes numériques, plans d'exécution,</p> <p>DOE : Maquettes Numériques des Ouvrages Exécutés</p> <p>Notice REX BIM DOE</p>

1. Périmètre des responsabilités

1.1. Propriété matérielle et propriété intellectuelle de la maquette

Le maître d'ouvrage est le propriétaire de la (des) maquette(s) numérique(s) qui lui est (sont) livrée(s) en exécution de la mission.

Les droits de propriété intellectuelle et les modalités de cession relatives à l'utilisation de la maquette par le maître d'ouvrage et les autres intervenants à l'opération pour les phases de réalisation puis lors de l'exploitation de l'ouvrage, sont définis dans les contrats des prestataires titulaires des droits d'auteur.

L'utilisation de la maquette par les différents intervenants tient compte du respect du droit moral de son ou ses concepteur-auteurs (droit au nom, à la paternité, au respect de l'œuvre). Pour la phase d'exploitation, les contrats des intervenants à l'opération pourront le cas échéant envisager l'exécution de prestations complémentaires liées à l'entretien et à la mise à jour de la maquette.

1.2. Exclusivité-Confidentialité des données informatiques

Les parties s'engagent à n'utiliser les données informatiques échangées entre elles que pour les seuls besoins du projet et à ne les diffuser à aucun tiers sans l'accord express et préalable de chacune des parties.

1.3. Assurances et Responsabilités

Chaque intervenant s'engage à déclarer sa mission dans le cadre de sa responsabilité professionnelle et de souscrire une assurance permettant la mise en jeu de garanties en adéquation avec la nature et les caractéristiques du projet. Les résultats obtenus, au moyen de la maquette numérique, depuis les données intégrées par l'utilisateur, ne sauraient engager le maître d'ouvrage.

1.4. Responsabilités de l'équipe BIM Management

Le BIM Manager, le coordinateur BIM de l'entreprise, chacun dans son périmètre d'intervention, met en place les moyens permettant la réalisation des maquettes numériques BIM. Ils doivent garantir la concordance des maquettes remises à la maîtrise d'ouvrage au regard du cahier des charges BIM et de la convention BIM. Chaque coordinateur/référent BIM est responsable de contrôler l'adéquation de la maquette numérique qu'il produit avec la convention BIM EXE établie par le BIM Manager.

1.5. Données personnelles

Les entreprises s'engagent à remettre au maître d'ouvrage toutes les informations et justifications pour lui permettre de procéder aux déclarations et démarches nécessaires auprès de la CNIL du fait des données contenues dans la maquette.

1.6. Portée contractuelle

Le Cahier des charges BIM est un document contractuel entre le maître d'ouvrage et les parties prenantes du projet ; il s'applique à tous les acteurs du projet de rénovation, jusqu'à la livraison des ouvrages.

1.7. Limite d'application

Le présent Cahier des charges se limite au BIM. il ne se substitue d'aucune manière que ce soit aux CCTP dans lesquels sont formalisées les prescriptions architecturales et techniques applicables au projet de rénovation et d'extension concerné. Il est l'expression des attentes et des exigences du maître d'ouvrage en matière d'usage du BIM. En ce sens, il ne définit ni les processus, ni les méthodes, ni les règles, ni les outils qu'il revient aux contributeurs de définir et de mettre en place dans leur domaine de responsabilité respectif, pour les satisfaire.

2. Généralités

2.1. Objet du document

Le Ministère des affaires étrangères et de l'Europe (MEAE) a décidé de recourir à la démarche BIM sur l'opération de rénovation et d'extension de ses bâtiments du site du Quai d'Orsay. Il s'agit d'une opération pilotée par la Direction des immeubles et de la logistique (DIL) qui assure le suivi opérationnel du projet.

Les étapes franchies, à la suite des réflexions menées par le ministère, ont permis de définir des besoins et des objectifs liés au déploiement de la démarche BIM, de procéder à l'identification des usages prioritaires attendus sur le projet.

Le processus BIM n'a pas directement été expérimenté au cours des phases d'études menées sur le projet concerné. La phase de conception a coïncidé avec la période de mise au point des documents structurants et l'établissement des éléments d'entrée en rapport avec les relevés scanner 3D des bâtiments existants.

À ce jour, les actions ont abouti à la réalisation des maquettes BIM de l'existant produite par le prestataire à partir des nuages de point obtenus par la numérisation des bâtiments existants après curage. Le maître d'ouvrage a décidé de se doter d'une solution pour les besoins de gestion documentaire et d'usage de plateforme de collaboration BIM.

Dans la continuité de ces actions, le présent cahier des charges a pour objectif de permettre aux entreprises, désignées pour la réalisation des travaux, d'intégrer les spécificités BIM attendues en phases EXE et DOE par le maître d'ouvrage.

Le maître d'ouvrage va désigner un AMO BIM et un BIM manager qui vont l'accompagner dans la démarche BIM déployée sur la rénovation et l'extension de l'aile des archives du site du Quai d'Orsay.

Le présent cahier des charges BIM définit:

- Les objectifs et les cas d'usages BIM de la maîtrise d'ouvrage.
- La liste des livrables BIM à remettre pour les phases EXE et DOE.
- La convention de nommage et l'évolution du niveau de détail des maquettes numériques EXE et DOE.
- Les conditions d'interopérabilité des formats et la stratégie de collaboration à mettre en place.

Il ne s'agit pas dans ce document de détailler les méthodes et les procédures pour atteindre les objectifs de la maîtrise d'ouvrage, qu'il revient au BIM manager et aux entreprises de définir dans leur domaine de responsabilité. Le cahier des charges BIM servira en particulier à assurer la compréhension du projet en termes de BIM et à guider le BIM Manager dans la rédaction de la convention BIM et tout autre document de travail.

Les entreprises devront s'appuyer à la fois sur :

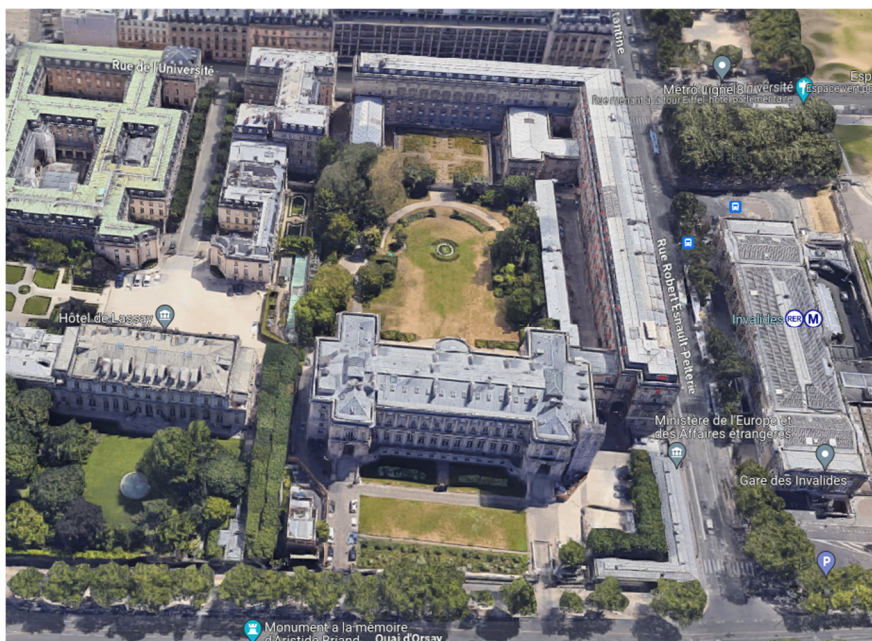
- **Les pièces écrites et pièces graphiques du DCE : plans MOE, CCTP, notices**
- **Le présent document accompagné de ses annexes :**
 - Annexe 1 matrice des responsabilités
 - Annexe 2 niveaux de détail et d'information
 - Annexe 3 classes Ifc et Classifications Unifomat II
- **La notice BIM pour les études de synthèse**
- **Les données contenues dans les maquettes de l'existant** (natif Revit, IFC 2x3).

2.2. Informations du projet

Le projet concerne la rénovation et l'extension de l'aile des archives sur le site du Quai d'Orsay pour le compte du Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères (MEAE). À terme, il s'agit de regrouper l'administration dans des espaces adaptés par la création de locaux communs pour les agents et le transfert des équipements techniques du site.

La surface prévue est de 14.000 m², avec la création de 600 postes de travail portant la capacité du site à 1300 postes. Les travaux concernent :

- La restructuration de l'Aile des Archives qui borde la rue de l'Université (bâtiments B, C, D) ;
- La construction d'un bâtiment verrière en cœur de site face à l'Hôtel du Ministre et qui sera relié aux ailes C & D ;
- L'aménagement de l'espace créé entre le nouveau bâtiment et l'Aile des archives ;
- La transformation de l'espace du " centre enterré " en restaurant administratif et une partie en places de stationnement ;
- La relocalisation des équipements techniques pour les éloigner des risques de crue ;
- La création d'une entrée du personnel au 3 rue Esnault-Pelterie dans le bâtiment A.



3. Les intervenants du projet

3.1. Les principaux intervenants en phase d'exécution

Maitre d'ouvrage	:	Ministère des affaires étrangères et de l'Europe
AMO BIM	:	
BIM Manager	:	
GROUPEMENT MAITRISE D'ŒUVRE		
Architecte	:	IBOS et VITART
BET TCE	:	Edeis
BET Acoustique	:	Avel Acoustique
ÉCONOMIE DE LA CONSTRUCTION	:	AXIO
PAYSAGISTE	:	LOUIS BENECH
ENTREPRISES		
Macro-lot 01	:	
Macro-lot 02	:	
Macro-lot 03	:	
Macro-lot 04	:	

Les intervenants de la MOA

INTERVENANT	SERVICE / SOCIÉTÉ	RÔLE	CODE ÉMETTEUR	COURRIEL	TÉLÉPHONE
Benoît DELHUMEAU	MEAE	Maître d'ouvrage		benoit.delhumeau@diplomatie.gouv.fr	
Mathilde RAGOT	MEAE	Maître d'ouvrage		mathilde.ragot@diplomatie.gouv.fr	
Axel GAUTIER SPINOSA	MEAE	Maître d'ouvrage		axel.gautier-spinosa@diplomatie.gouv.fr	
		AMO BIM			
		BIM MANAGER			

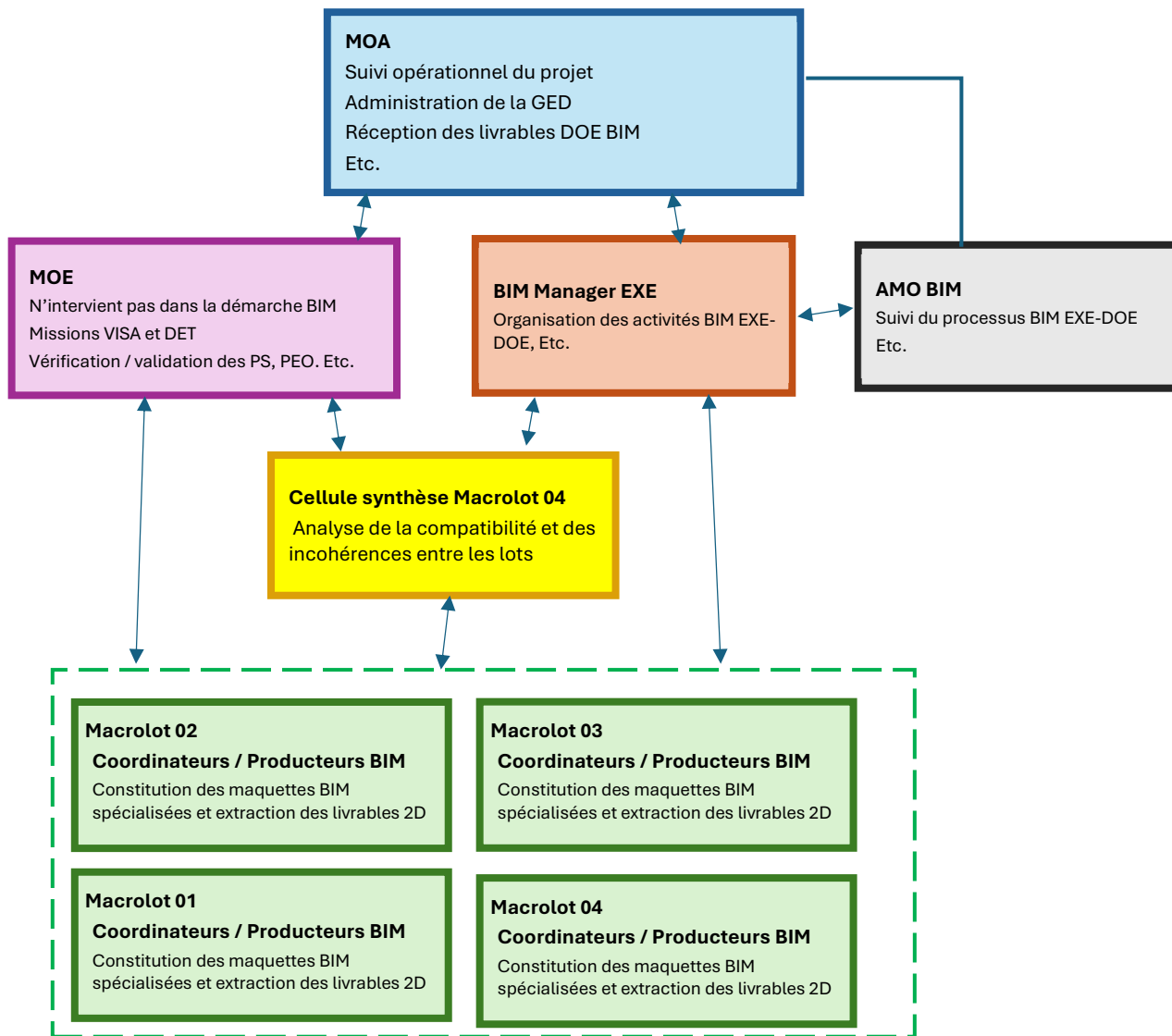
Les intervenants de la Maitrise D'œuvre

SOCIÉTÉ	RÔLE	INTERVENANT	CODE ÉMETTEUR	COURRIEL	TÉLÉPHONE
IBOS et VITART	Architectes mandataires				
Edeis	BET TCE				
Axio	Économie				
Avel Acoustique	Acoustique				
LOUIS BENECH	Paysagiste				

Les intervenants – Entreprises Macrolots 01 à 04

SOCIÉTÉ	RÔLE	INTERVENANT	CODE ÉMETTEUR	COURRIEL	TÉLÉPHONE

3.2. Rôles et responsabilités des intervenants



Les intervenants MOA

Aucun des acteurs de la maîtrise d'ouvrage n'intervient sur un élément quelconque de la maquette pour le créer, le modifier ou le supprimer.

Le Chef de projet et les Chargés d'opération :

Ils sont les représentants du maître d'ouvrage pendant chacune des phases du projet, en assurant jusqu'à l'année de parfait achèvement, le suivi technique, administratif et financier du projet.

L'AMO BIM

L'AMO BIM assiste le maître d'ouvrage dans la mise en place et le suivi du processus BIM à l'échelle de l'opération concernée.

L'AMO BIM :

- Rédige et/ou met à jour le présent cahier des charges BIM spécifique à cette opération ;
- Définit avec la maîtrise d'ouvrage les objectifs BIM applicables sur l'opération ;
- Assiste le maître d'ouvrage sur les aspects BIM ;
- Participe à des revues de maquette BIM EXE ;
- Assure l'analyse des maquettes en phase d'exécution et jusqu'à la livraison (préparation à l'exploitation) ;
- Rédige les rapports de suivi des processus BIM synthèse et EXE ;
- Rédige les notices REX BIM EXE et DOE.

Pour les besoins de son rapport de suivi du processus BIM, l'AMO BIM participera, uniquement en observateur, à un échantillon de réunions de synthèse.

L'AMO n'a pas vocation à prescrire des solutions techniques, ni à modifier la maquette. L'AMO BIM assure le suivi du processus BIM, identifie les problématiques, les incohérences pouvant entraver l'atteinte des objectifs BIM de l'opération qui sont stipulés dans le présent cahier des charges. L'AMO BIM établit des propositions d'actions d'amélioration du processus BIM.

La MOE

La maîtrise d'œuvre ne fait pas du BIM dans l'opération concernée. Par conséquent, aucune fourniture de maquette numérique BIM n'est attendue de la maîtrise d'œuvre. Ces représentants ne pourront faire l'objet d'une quelconque sollicitation sur la maquette tout au long de la réalisation des travaux de l'opération ERA.

La maîtrise d'œuvre assure l'ensemble des activités des missions VISA et DET. De ce fait, seules les études et documents d'exécution validées et visées par la MOE, font foi pour la mise au point des ouvrages prévus dans les lots de chaque entreprise attributaire.

Le BIM Manager

Le BIM Manager est le garant de la qualité de la maquette numérique vis-à-vis des règles de l'art. Il est l'interface du MOA et de son AMO BIM sur le respect du présent cahier des charges BIM. Il administre la plateforme de collaboration pour le compte du maître d'ouvrage. Il vérifie la gestion de la donnée sur la plateforme.

Le BIM Manager doit :

- Définir dans la convention BIM d'exécution la méthodologie permettant d'atteindre les objectifs BIM de la maîtrise d'ouvrage ;
- S'assurer de l'interopérabilité des outils des équipes des études d'exécution pour faciliter l'usage de leurs maquettes BIM ;
- Mettre en place la gestion des risques informatiques liés à la démarche BIM ;
- Vérifier la qualité des maquettes numériques BIM et leur conformité au présent cahier des charges ;
- Compiler les maquettes des lots produites pour les différents cycles d'analyse de synthèse menée par la cellule de synthèse pilotée par le macrolot 04.
- Assister en observateur à la réunion de synthèse, y faire des présentations de vues 3D uniquement sur demande du responsable de synthèse ;
- Établir des rapports de coordination et de revue de maquette des lots, avec des mesures correctives destinées aux contributeurs BIM des entreprises.
- Établir des rapports intermédiaires auprès de l'AMO BIM chargé du suivi du processus BIM.
- Contribuer à la note REX BIM produite par l'AMO BIM

Le BIM Manager veille à la cohérence des maquettes numériques et à la fiabilité de la structuration des conteneurs d'informations qui y sont intégrés.

Afin de garantir l'atteinte des objectifs BIM de l'opération qui sont stipulés dans le présent cahier des charges, le BIM Manager peut établir un registre des risques des équipes de production liés à la livraison des modèles numériques de leur lot respectif. En accord avec les BIM Coordinateurs des entreprises, il proposera des mesures d'anticipation permettant de veiller à la cohérence du processus BIM mis en place sur l'opération ERA.

La cellule synthèse

La direction de la synthèse est confiée au macrolot 04 Fluides. Les missions de la cellule synthèse sont décrites dans l'annexe IX du CCTP commun complété par la notice BIM produite pour les études de synthèse. Dans le cadre de ses activités, la cellule synthèse s'appuie sur les modèles numériques BIM de lots fournis par ces entreprises. Notamment, pour la vérification de la cohérence et la faisabilité technique des lots les entreprises.

Elle réalise son étude de synthèse en exploitant les documents décrits au point 12.2 de l'annexe IX du CCTP commun. Les fonds de plans synthèse qu'elle exploite pour ses analyses complétées par celles que la cellule réalise sur la compilation des maquettes numériques BIM mis à sa disposition par le BIM Manager.

Elle a la responsabilité des moyens matériels dédiés aux activités sous sa responsabilité, y compris les moyens à mobiliser pour les analyses des maquettes numériques, la présentation des remarques et solutions techniques.

Les intervenants des entreprises macrolots

Les intervenants au sein de chacune des équipes BIM de l'entreprise sont les BIM coordinateurs et les BIM Modeleurs. Ils ont la responsabilité de la modélisation des maquettes numériques BIM exigées pour les études de synthèse et d'exécution produites par les macrolots 01, 02, 03 et 04.

Chaque équipe de modélisation a l'obligation de s'assurer de ses aptitudes et capacités à fournir les modèles et leurs informations/données conformément aux exigences du MOA décrit dans le présent cahier des charges BIM et les consignes prévues dans la convention BIM produite par le BIM Manager.

Chaque BIM Coordinateur est responsable de la production de la maquette de l'entreprise titulaire du macrolot qu'il représente, pour l'ensemble des spécialités/lots contractés. Il doit mettre en œuvre les moyens décrits par le BIM manager et appliquer les actions correctives adéquates en cas de besoin.

Par ailleurs, chaque BIM Coordinateur est responsable de la concordance entre le contenu de la maquette et les plans qui en sont extraits, diffusés pour les différents cycles de validation assurés par la Maîtrise d'œuvre. Et par conséquent, chaque référent BIM doit assurer la mise à jour continue de la maquette pendant toute la phase exécution.

Les Modeleurs BIM sont internes à chaque entreprise titulaire de macrolot, et communiquent par l'intermédiaire de leur coordinateur/référent BIM. Les modeleurs BIM alimentent les maquettes tout au long du projet, que ce soit en termes de modélisation géométrique ou de renseignement des données

La Matrice des responsabilités

La matrice des responsabilités a pour utilité de détailler les actions attendues de chaque intervenant susmentionné au regard des activités se rapportant à la mise en œuvre des usages BIM de l'opération. Chaque intervenant a l'obligation de prendre connaissance de cette matrice des responsabilités qui constitue l'annexe 1 du présent cahier des charges BIM.

L'AMO BIM se chargera du suivi de sa mise en application et procédera dans une notice REX d'étape destinée à la MOA à des recommandations d'amélioration des actions/activités, préconisations d'évolution du processus BIM.

4. Objectifs et usages BIM du projet

De manière général, la démarche BIM initiée par la Maitrise d'ouvrage a pour objectif de disposer en fin d'opération d'un DOE numérique BIM pouvant être valorisé pour l'exploitation maintenance du bâtiment.

La démarche BIM intégré dans ce projet a pour objectifs :

- Améliorer la qualité des ouvrages ;
- Fiabiliser les études d'exécution ;
- Réaliser et optimiser le traitement de la synthèse des différents corps d'état architecturaux et techniques
- Permettre la visualisation des ouvrages dans les réunions spécifiques de la phase chantier
- Documenter la maquette numérique DOE pour préparer l'exploitation future de l'ouvrage.

Il s'agit de disposer d'une base d'information complète, fiable, simple d'accès, pour assurer ensuite la gestion, exploitation et maintenance des bâtiments et équipements. Le BIM Manager pourra proposer des usages additionnels dans la convention BIM rédigée en début de phase chantier. La pertinence de ces usages BIM additionnels sera l'un des points traités dans le rapport de vérification de l'AMO BIM et leur adoption soumise à l'approbation de la MOA. Le tableau présenté ci-dessous reprend les usages BIM relatifs aux objectifs du MOA, à satisfaire pour les phases d'études de synthèse, EXE et DOE. Tous ces usages sont considérés comme prioritaires et de stricte application pour la démarche BIM de l'opération.

Usages BIM	Description	Activités associées	SYN	EXE	DOE
Gestion de projet	Faciliter la collaboration, les échanges et la diffusion des livrables Visualiser les maquettes dans les réunions thématiques. Suivre l'évolution des maquettes numériques développées par les entreprises travaux. Évaluer l'efficacité du processus BIM et identifier les mesures correctives ou d'amélioration.	Administration de la plateforme de collaboration	X	X	X
		Revue de maquette BIM		X	X
		Suivi des maquettes avec commentaires BCF	X	X	X
		Visualisation des ouvrages au support des maquettes	X	X	X
		Suivi du processus BIM	X	X	X
Réalisation des études de synthèse	La maquette numérique est le support de production des livrables 2D. Les PAS, PS, PR (plans, coupes, détails) doivent être extraits de la maquette numérique et conformes aux exigences du MOE	Production et mise à jour des maquettes numériques	X		
		Production des PAS PS PR à partir de la maquette numérique	X		
		Suivi des remarques au support de commentaires BCF			
		Coordination des maquettes et vues 3D	X		
		Analyse des ouvrages à partir de la maquette numérique	X		

Réalisation des études d'exécution	La maquette numérique est le support de production des livrables 2D. Les PEO (plans, coupes, détails) doivent être extraits de la maquette numérique	Production et mise à jour des maquettes numériques Production des PEO à partir de la maquette numérique Suivi des mises à jour au support de commentaires BCF Coordination des maquettes et vues 3D	X X X X
Consolidation des DOE	Actualisation de la maquette numérique EXE Les DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) sont produits totalement à partir des maquettes numériques	Production et mise à jour des maquettes numériques et documents associés Suivi des mises à jour au support des commentaires BCF Coordination des maquettes et documents associés	X X X

5. Les prescriptions techniques BIM

5.1. Les outils et logiciels

Type de logiciel	Nom	Fonction	Utilisateurs
Plateforme de collaboration	La plateforme en vigueur chez le MOA	Centralisation fichiers Plateforme collaborative	TOUS
Modélisation	Pas de logiciel imposé. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des logiciels reconnus et certifiés sur le marché français	Les logiciels utilisés pour la modélisation de la maquette numérique doivent être capables de produire une maquette numérique au format IFC2x3 TC1	ENTREPRISES
Coordination / Contrôle qualité / analyse des conflits	Pas de logiciel imposé. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des logiciels reconnus et certifiés sur le marché français	Les logiciels utilisés doivent être OpenBIM multifichiers, multiformats, capables de diffuser des BCF pour les usages collaboratifs de communication et la coordination	BIM MANAGER CELLULE DE SYNTHÈSE MACROLOT FLUIDES
Visualisation des maquettes au cours des réunions de synthèse et des revues de maquettes d'exécution	Pas de logiciel imposé. Néanmoins, il est recommandé d'utiliser des logiciels BIM reconnus et certifiés sur le marché français	Les logiciels utilisés doivent être OpenBIM multifichiers, multiformats, capables de visualiser et de diffuser des BCF	BIM MANAGER CELLULE DE SYNTHÈSE MACROLOT FLUIDES

Les titulaires des macrolots peuvent utiliser librement des logiciels métiers BIM qui s'adaptent le mieux à leurs besoins. Le BIM Management d'exécution doit s'assurer que les logiciels utilisés sont compatibles et répondent aux exigences d'interopérabilité des différents formats de fichiers natifs utilisés par les intervenants. Les entreprises pourront proposer des moyens logiciels complémentaires adaptés au projet et à ses objectifs, et compatibles avec ceux déjà en place. Ils devront être renseignés dans la convention BIM et faire l'objet d'un audit de conformité dans le rapport de validation produit par l'AMO BIM.

5.2. Le format des maquettes numériques

Les maquettes produites pour les études de synthèse, les études d'exécution et le DOE sont au format natif complétées d'export des fichiers Ifc 2x3 Coordination view 2.0. Les autres versions sont exclues. Les exports des fichiers Ifc doivent être configurés de manière à obtenir les correspondances des types Ifc conformes, reprenant l'ensemble des informations.

Il est exigé que les logiciels qui interviennent dans les processus de production des livrables en format Ifc, soient repris dans la liste des outils certifiés par **BuildingSMART International** pour l'extraction des IFC version 2x3.

L'extraction des Ifc pour les livrables destinées à la maîtrise d'ouvrage doit être réalisée en respectant les instructions génériques d'exportation Ifc de l'outil BIM utilisé. Ces instructions sont détaillées dans les différents guides élaborés par les éditeurs.

Les utilisateurs destinataires peuvent demander de se faire livrer également des maquettes numériques en format natif.

Le BIM Management définit les processus de vérification et de validation des extractions Ifc en les détaillant dans la convention BIM d'exécution.

Dans le cas extrême où il s'avère indispensable de recourir à un logiciel métier qui ne réponde pas aux exigences en matière de format Ifc, le BIM Management d'exécution doit mettre en place des mesures de compensation ou de substitution, lesquelles doivent être explicitement décrites dans la convention BIM.

Les formats requis pour les différentes publications de maquette sont impérativement les suivants :

- Modèles BIM au format natif : c'est-à-dire, propre au logiciel BIM utilisé. Si des bibliothèques sont requises, le prestataire devra choisir un format natif qui incorpore des éléments de bibliothèques utilisés. La liste des logiciels à utiliser sera définie dans la convention BIM.
- Modèles BIM au format d'échange standard IFC 2X3 de la norme ISO 16739:2013 et 16793-1:2018.

Les fichiers natifs et IFC sont produits en deux étapes consécutives afin de garantir qu'ils correspondent au même état de définition du bâtiment.

Il est également demandé aux entreprises de procéder de leur 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.

Afin de minimiser les erreurs liées à l'interopérabilité entre les logiciels, le cahier des charges BIM impose les formats d'échanges normés suivants pour les données et les fichiers :

- Les maquettes numériques transmises par les intervenants dans le cadre du travail collaboratif seront obligatoirement au format natif et au format IFC 2x3 (MVD utilisé : Vue de référence).
- Les formats issus d'extractions ou d'exports qui peuvent être requis pour chaque soumission de maquette sont les suivants : PDF, DWF, DWG, XLS, XLSX ou CSV. Les configurations d'exportation doivent être décrites dans la convention BIM d'exécution et pourraient le cas échéant, nécessiter une validation au préalable en concertation avec la MOA, l'AMO BIM et le BIM Manager.

5.3. Les normes du BIM applicables à l'opération

Depuis décembre 2018, La norme NF EN ISO 19650 a été publiée et concerne la gestion des informations par la représentation numérique partagée de l'actif bâti dans le BIM. Les formats de fichier Ifc sont détaillés dans la norme "ISO 16739". Il existe d'autres normes courantes dans le domaine du BIM sont respectivement ISO 12006-3 , et ISO 29481-1 :2016 . Avec la norme IFC, ces derniers correspondent aux trois « niveaux » de l'écosystème BIM :

- Le niveau 1, dit « Terminologie », est celui de l'IFD , avec toutes les sémantiques liées aux objets et leurs propriétés
- Le niveau 2, dit « Machines », est celui de l'IFC, format ouvert dit OpenBIM facilitant l'échange entre les logiciels BIM, développé depuis plusieurs années par **BuildingSMART International**
- Le niveau 3, dit « Acteurs », est celui de l'IDM , format de référence commune des processus d'échanges des données du BIM.

5.4. L'environnement commun des données

Le processus BIM est assuré par la mise en place des procédures de collaboration, d'échanges et de production. Pour ce faire, l'environnement commun de collaboration mis en place par la MOA sera conforme aux exigences de la norme ISO 19650.

Afin d'assurer le management et la traçabilité de l'information du projet, les flux de travail des équipes chargées des études de synthèse et d'exécution sont pris en charge au travers la plateforme de collaboration administrée par le BIM Manager. Cette plateforme prend en charge la GED, la production collaborative, la gestion, le partage et les échanges des modèles d'informations ainsi que le rendu du livrable final.

La plateforme de collaboration devra être utilisée par l'ensemble des contributeurs BIM et les différents intervenants de l'opération (MOA, AMO BIM, Maîtrise d'œuvre, entreprises, cellule de synthèse, bureau de contrôle, CSPS, OPC, etc.) et ce, pendant toute la durée du chantier.

La convention BIM établie par le BIM Manager d'exécution comportera un chapitre spécifique à l'utilisation de la plateforme collaborative : utilisateurs, droits, processus, configuration matérielle requise, etc... Une note de fonctionnement de la plateforme pourrait être diffusée.

Les fonctionnalités de la plateforme

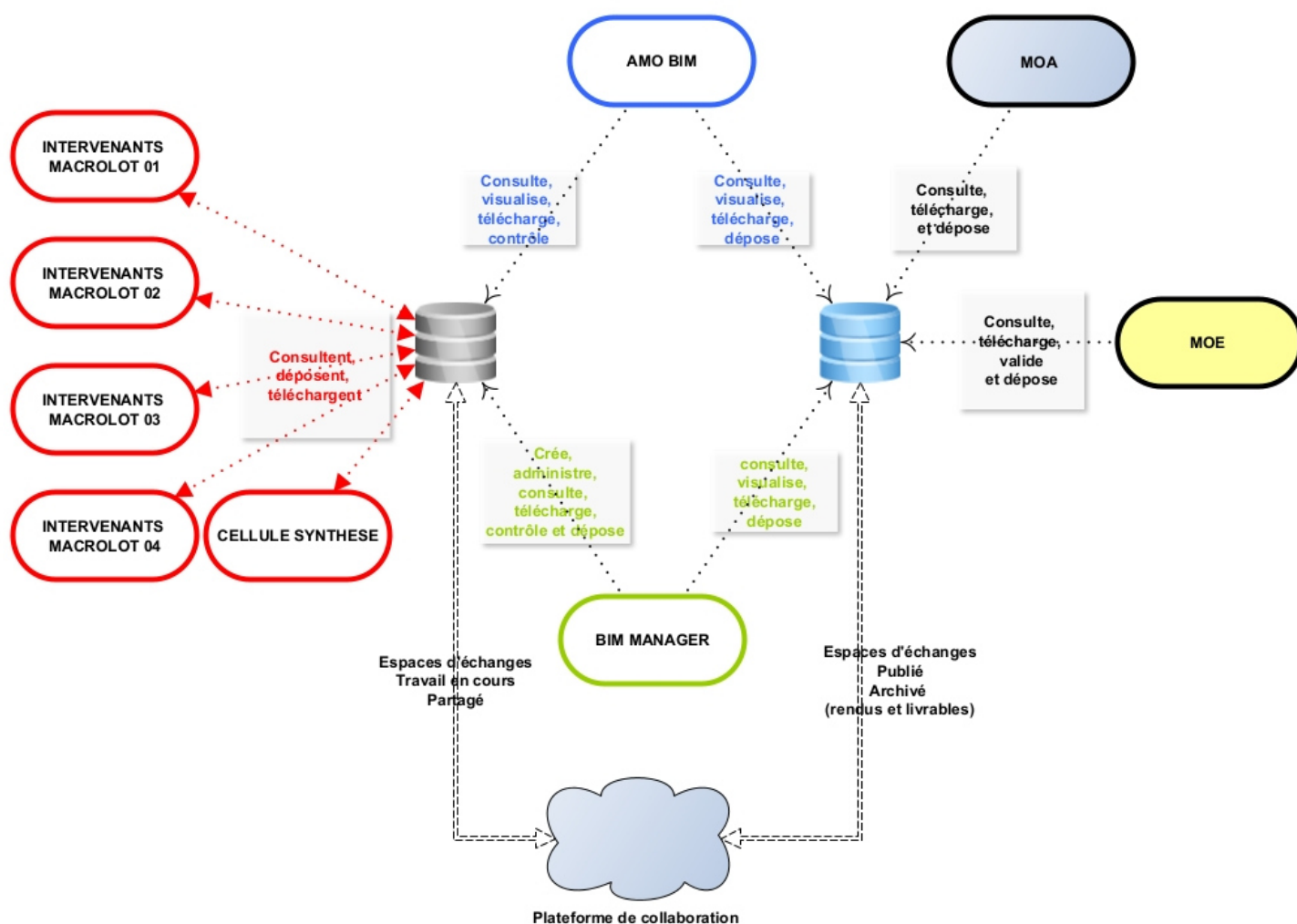
- Organiser, stocker et échanger l'ensemble des documents (Pièces graphiques, écrites, etc.)
- Historique : toutes les actions (dépôt de document, modification, lecture, téléchargement...) réalisées par l'ensemble des intervenants sont conservées et archivées (dates et heures)
- Le partage de documents permettra les fonctionnalités suivantes :
 - Arborescence de classement : les documents seront classés dans une arborescence évolutive en fonction des besoins du projet,
 - Gestion documentaire : les fichiers hébergés peuvent être téléchargés, renommés, déplacés ou imprimés (en fonction des droits d'accès des intervenants). Les anciennes versions seront archivées et consultables,
 - Téléchargement en masse des documents,
 - Visualisation des maquettes BIM via la visionneuse en ligne,
 - Etc. ...
- Communication : une messagerie intégrée permettra aux intervenants de communiquer en alertant en temps réel les personnes concernées de l'ajout ou de la modification de fichiers directement sur leur messagerie classique,
- Moteur de recherche : les utilisateurs peuvent facilement rechercher des documents grâce à des mots-clefs ou par auteur ou par nom de fichiers ou par codification, etc.
- Sécurisation des dossiers : certains dossiers peuvent être sécurisés afin de créer des zones confidentielles à accès restreint,
- Annuaire : un annuaire des sociétés et intervenants est disponible.

Les modèles d'information délivrés par les équipes de production sont soumis à la validation du BIM Manager dans l'espace partagé créé sur la plateforme de collaboration.

L'AMO BIM et le BIM Manager procèdent à leurs contrôles qualité respectifs.

L'administrateur de la plateforme devra prendre les dispositions nécessaires pour mettre en place, en collaboration avec la maîtrise d'œuvre, une arborescence documentaire intégrant l'ensemble des espaces spécifiques aux besoins du MOE dans ses missions VISA et DET. Des dispositions similaires seront prises pour les besoins de création des espaces documentaires des autres intervenants clés (OPC, Bureau de contrôle, CSPS, etc.).

Les documents destinés à la Maitrise d'ouvrage seront publiés dans un espace approprié créé sur la plateforme de collaboration.



Tous les intervenants devront accéder, de manière simplifiée, aux documents de l'opération déposés sur la plateforme, qu'il s'agisse des dossiers de marché, des documents de la phase de chantier.

À cet effet, de commun accord avec la Maîtrise d'œuvre, le BIM Manager créera des espaces spécifiques au sein de la plateforme :

- Un espace commun de consultation des documents marché, (visibles par tous mais non-modifiables)
- Un espace commun synthèse accessible à la MOE, aux entreprises et la cellule synthèse.
- Des espaces de « travail interne » aux entreprises pour les échanges des pièces en cours de production (visibles mais non-modifiables par la MOA)
- Des espaces de « rendus » pour les livrables EXE accessible à la MOE, à la MOA, l'AMO BIM, l'OPC, le bureau de contrôle, etc.

5.5. Clauses de contenu

5.5.1. Convention BIM d'exécution

La convention BIM est une pièce contractuelle liant les entreprises cosignataires. Elle doit être remise avant le démarrage de la phase exécution, afin d'être validée par la MOA et son AMO BIM. Elle sera ensuite mise à jour, tout au long de la phase EXE, en fonction des potentiels ajustements qui seront nécessaires à l'amélioration du fonctionnement du processus BIM.

La convention BIM d'exécution doit décrire l'organisation et le processus BIM des entreprises.

Le maître d'Ouvrage n'est pas partie prenante et signataire de la convention mais dispose d'un droit de regard et de validation sur celle-ci, dans la mesure où elle doit garantir la bonne réponse aux attentes du présent Cahier des Charges BIM.

Outre les thématiques traitées dans ce Cahier des Charges, la convention BIM doit traiter à minima les thématiques suivantes :

- Informations spécifiques au projet
- Intervenants du projet
- Rappel des objectifs du projet en termes de collaboration et modélisation de la donnée avec les usages associés
- Méthodologie BIM intrinsèque à l'équipe de BIM Management, rôles
- Description des interactions avec la MOA et son AMO BIM, ainsi que les référents BIM des entreprises macrolots 01 à 04
- Méthodologie synthèse BIM
- Environnement commun des données (ECD)
- Présentation de l'infrastructure informatique mise en œuvre et procédures d'utilisation associées
- Stratégie et consignes de production
- Procédures contrôle qualité des livrables BIM
- Procédures de partage et de publication des livrables issus de la maquette numérique
- Une partie juridique (cf. article 5.1.8 de la norme ISO 19650 :2), traitant des aspects suivants :
 - Obligations spécifiques des parties prenantes se rapportant à la gestion ou à la production d'informations, y compris l'utilisation de la plateforme collaborative et de la base de données qui y est constituée
 - Garanties ou responsabilités associées au modèle d'information du projet
 - Droits de propriété intellectuelle d'aval et d'amont de l'information
 - Utilisation d'informations existantes sur les actifs
 - Utilisation des ressources partagées
 - Utilisation des informations au cours du projet, y compris les conditions de licence associées
 - Réutilisation d'informations après la désignation ou en cas de résiliation de contrat

5.5.2. Principes généraux de modélisation

Il est de la responsabilité du BIM Manager de rappeler dans la convention BIM les différents principes généraux de modélisation qui doivent être appliqués par les entreprises dans la représentation de leurs maquettes numériques respectives. Les principes identifiés ci-dessous constituent un échantillon non exhaustif, mentionné uniquement à titre de rappel de certaines bonnes pratiques facilitant la visualisation des objets de la maquette et d'optimisation du contrôle qualité de ces objets.

La modélisation par bâtiment

- Tous les composants doivent être associés à un bâtiment si le lot comporte plusieurs bâtiments.
- Chaque bâtiment aura sa propre arborescence spatiale

La modélisation par niveau/étage

- Les composants du bâtiment doivent être modélisés séparément pour chaque étage, y compris les éléments structuraux verticaux (murs, cloisons, poteaux...).
- Chaque composant doit être localisé sur un étage précis de la maquette à l'aide de sa référence altimétrique. Les rattachements altimétriques des éléments du bâtiment devront être calés dans le respect de l'implantation du composant sur l'étage auquel il appartient physiquement.
- Les éléments de réseau du macro-lot Fluides, devront toutefois être modélisés en systèmes et pourront donc déroger au découpage par niveau (pour les calculs de dimensionnement sur l'ensemble du bâtiment, par exemple). Dans ce cas, les colonnes montantes seront affectées au niveau correspondant à leur point bas, et les descendantes affectées au niveau correspondant à leur point haut.

Le choix des Catégories/familles appropriées

- Les éléments de la maquette doivent être créés en utilisant les outils appropriés dans les logiciels de modélisation (outil mur, outil sol, outil poteau...).
- Si ces outils ne s'avèrent pas suffisants pour modéliser un élément de la maquette, ce dernier doit être créé en utilisant d'autres techniques, telle que la création de familles. Dans ce cas, il faudra définir "la catégorie" de l'élément correctement. Par exemple, ne pas modéliser les éléments poteaux avec l'outil mur...
- Dans le processus de création de famille, il est préconisé de ne pas intégrer les matériaux directement dans les familles mais dans le projet.

La modélisation des Murs / Murs rideaux / Dalles / Poteaux

- Les murs sont modélisés avec des contraintes d'attachement aux niveaux et des décalages inférieur / supérieur (éviter les hauteurs non contraintes)
- L'outil « mur rideau » ne doit pas être utilisé abusivement, pour modéliser un élément relevant plutôt de la catégorie des portes ou des fenêtres.
- Les limites du contour des dalles sont définies au nu intérieur des porteurs verticaux.
- La partie béton est considérée comme "sol" et affectée au sous-projet du lot Gros-œuvre, la partie revêtement peut être modélisée en complément, en matériau multicouches dans la maquette du lot concerné.
- Les poteaux/colonnes doivent être modélisée de niveau brut à niveau brut. Aucun de ces éléments ne doit franchir plusieurs niveaux.
- Les dalles doivent appartenir à un seul niveau, mentionné dans le code de niveau.
- Les dalles de sol doivent être modélisés de nu extérieur de voile à nu extérieur de voile (voiles de façade et de cage).

- Les constructions horizontales et les joints de dilatation doivent être modélisés avec leurs limites extérieures dans leurs zones de délimitation.

La modélisation des éléments du second œuvre

- Les cloisonnements amovibles sont modélisés de préférence en objets multicouches monoblocs.
- Les cloisons, sols et plafonds, doivent être modélisés par typologie et par caractéristique architecturale et technique. Afin de faciliter la lecture des plans de repérage, des filtres devront être appliqués ou les matériaux devront être renseignés.
- La modélisation des éléments architecturaux (tous types) doit respecter la contrainte technique de l'élément. Exemple : Une cloison coupe-feu qui sépare verticalement deux espaces et qui sera construite de dalle à dalle brute, doit être modélisée de dalle à dalle brute dans le modèle 3D. Il en va de même pour les sols et plafonds.

Les matériaux de structure béton

- Dans les logiciels de modélisation métiers (Revit, Archicad, etc.), les dalles et les murs doivent être définis avec les mêmes matériaux structurels pour pouvoir les attacher dans les coupes (attention aux matériaux et aux nommages).

Les éléments CET

Les nommages et codifications doivent être structurées de la même manière à satisfaire aux besoins suivants :

- Chaque occurrence d'un même élément de maquette devra être identifiée selon un libellé identique. Exemple : Pour une pièce de type sanitaires seule la dénomination « sanitaire » peut être utilisée et pas « Sanitaire », « sanitaires », ni « sanitary ». Unicité des appellations des équipements dans les maquettes numériques (2 équipements ne doivent pas avoir le même nom),
- Respecter l'homogénéité et la cohérence de désignation et de classification en cas d'équipements similaires présents dans plusieurs maquettes ou lots (cas de références commerciales identiques entre lot CVC et lot PLB, par exemple),
- Respecter l'homogénéité des structures d'appellation et de classification pour garantir une gestion pérenne des bases de données interfacées avec les outils présents et futurs de la MOA,
- Faciliter l'identification simple et aisée de la nature et de la localisation des équipements à la lecture de son code (exemple : gestion des remontées d'alarmes sur des postes de supervision exploitée par une personne),
- Chaque objet doit être référencé en rappelant les codes de la classification retenue,
- Les objets 3D "constructeur" doivent être expurgés des données non utiles au projet,
- En cas de réutilisation d'objets issus d'autres projets, ces objets doivent être rendus génériques : le simple renommage sans retraitement/nettoyage des attributs est proscrit,
- Les désignations, classifications des équipements, ainsi que les attributs associés, doivent être libellés en langue française et correctement orthographiés.

De manière générale, toutes ces informations doivent être intégrées dans la maquette dans le respect des libellés de codification pour chaque élément. Le remplissage de ce paramètre est de la responsabilité du référent BIM de chacun des macrolots et leurs spécialités métiers.

Toutes les entités/composants doivent être correctement dimensionnées et assemblées (des erreurs ou approximations pouvant entraîner des erreurs graphiques dans les échanges au format natif et au format Ifc (une mauvaise jonction mur/dalle peut générer des erreurs en import).

5.5.3. Fonds de plan dwg

Les fonds de plan dwg (architecte, BET, structure, etc.) exploités par les entreprises pour des superpositions à la maquette seront liés et non insérés directement dans le modèle, afin de ne pas surcharger celui-ci. Le but est également de garantir la conformité par rapport aux évolutions, avec une mise à jour progressive des plans. Dans le logiciel métier, un fichier intermédiaire regroupant les fonds de plans peut être employé, de manière à faciliter l'importation et la mise à jour de ces fonds de plans.

Ces fonds de plans devront être supprimés/purgés des maquettes s'ils ne servent plus aux besoins d'analyse de la cellule synthèse, aux reprises et aux mises à jour ou sont considérés obsolètes.

5.5.4. Compatibilité IFC

Toute catégorie d'objet sera modélisée en lien avec la classe Ifc appropriée désignée dans l'annexe 3 au présent cahier des charges, qui lui correspond le mieux (un objet "poutre" sera représenté par un objet de la classe IfcBeam par exemple), ceci en vue de faciliter les traitements quantitatifs simples et les exports ultérieurs.

Les producteurs BIM seront ainsi particulièrement attentifs aux tables de correspondance format natif/IFC de leur logiciel métier respectif, en export comme en import. Une attention particulière devra être portée à la classification IFC des objets, par une vérification préalable de la bonne complétude des exports, et de leur lisibilité dans les différentes visionneuses proposées sur le marché.

Catégorie d'objets	Classe IFC	Exigences
Site	IfcSite	La modélisation du site traite du terrain et des bâtiments existants ou des parties de ces bâtiments à prendre en considération. Cette modélisation est purement géométrique.
Bâtiment	IfcBuilding	
Niveaux	IfcStoreyBuilding	
Espaces / Pièces	IfcSpace	Les limites des espaces sont alignées avec le nu intérieur des parois qui les délimitent.
Zones	IfcZone	Tout espace est rattaché à une zone et une seule en fonction de sa nature : un séjour à son logement, un bureau à son service, une gaine technique à la zone regroupant les gaines techniques, etc.
Murs, cloisons et refends	IfcWall, IfcWallStandardCase,	Les parois verticales sont décomposées en autant d'éléments que de niveaux. L'épaisseur d'une paroi doit correspondre à son épaisseur globale et ne pas se limiter à sa partie porteuse.
Murs rideaux	IfcCurtainWall	
Dalles et planchers	IfcSlab, IfcFloor	
Revêtements	PsetSpaceCommon	
Toitures	IfcRoof, IfcSlab_roof	Les pans de toiture sont représentés en 3D avec un niveau de détail adéquat en fonction des exigences. Les éléments de charpente ne sont pas décrits.
Portes, fenêtres et portes fenêtres	IfcWindow, IfcOpeningElement, IfcDoor	Une porte ou une fenêtre est associée à une ouverture ou fait partie des composants d'un mur rideau.

Catégorie d'objets	Classe IFC	Exigences
Poteaux et Poutres	IfcColumn, IfcBeam	Tous les poteaux et poutres sont décrits, qu'ils participent ou non à la structure. Les poteaux sont décomposés en autant d'éléments que de niveaux.
Fondations	IfcFooting	
Escaliers	IfcStair, IfcStairFlight	
Rampes d'accès	IfcRamp, IfcRampFlight	
Gardes corps	IfcRail	
Équipements électriques terminaux	IfcFlowTerminal	Les équipements électriques terminaux suivants sont décrits comme des objets afin qu'il soit possible de connaître leur localisation et de les dénombrer selon leur type : <ul style="list-style-type: none"> - Prises de courant, - Prises informatiques, - Interrupteurs, - Points lumineux, - Thermostats d'ambiance, - Affichages des consommations,
Autres équipements Terminaux	IfcFlowTerminal	Les équipements terminaux suivants sont décrits comme des objets afin qu'il soit possible de connaître leur localisation et de les dénombrer selon leur type : <ul style="list-style-type: none"> - Équipements sanitaires, - Équipements de cuisine, - Équipements de production de chaleur (chaudière, générateur, radiateurs,) - Équipements de production d'eau chaude sanitaire (chauffe-eau, chauffe-bains à gaz, ...), - Équipements de ventilation (VMC, VMC gaz, ...), - Équipements de contrôle d'accès, - Équipements VDI, - Équipements SSI (système de désenfumage, bloc de secours, DAS, ...) - Armoires électriques,
Mobilier	IfcFurnishingElement	
Encombrement intérieur des gaines techniques	IfcSpace	L'intérieur d'une gaine technique est représenté par un espace. La modélisation des équipements de réseaux contenus dans la gaine est gérée par les classes IfcFlowSegment et IfcFlowFitting
Conduits, canalisations et gaines techniques	IfcFlowSegment, IfcFlowFitting	Les conduits de fumée et colonnes sèches sont décrits comme des objets. Les canalisations et gaines sont décrits comme des objets ou, à défaut, sont seulement représentées dans des plans.
Appareil de stockage de fluides	IfcFlowstorageDevice	
Systèmes techniques	IfcSystem	Un système décrit un ensemble d'équipements et leurs connexions.

L'utilisation de la classe IfcBuildingElementProxy est tolérée uniquement pour les équipements dont les classes Ifc ne sont pas mentionnées dans l'annexe 3. Il est préférable d'utiliser le type Ifc correspondant à chaque élément. De fait, si une catégorie ne rentre dans aucune classe IFC alors ces éléments non catégorisés deviennent des IfcBuildingElementProxy, ce qui est à éviter autant que faire se peut. La validation de cette catégorisation par défaut sera soumise au contrôle qualité réalisé par le BIM Manager, ainsi qu'à l'approbation de l'AMO BIM.

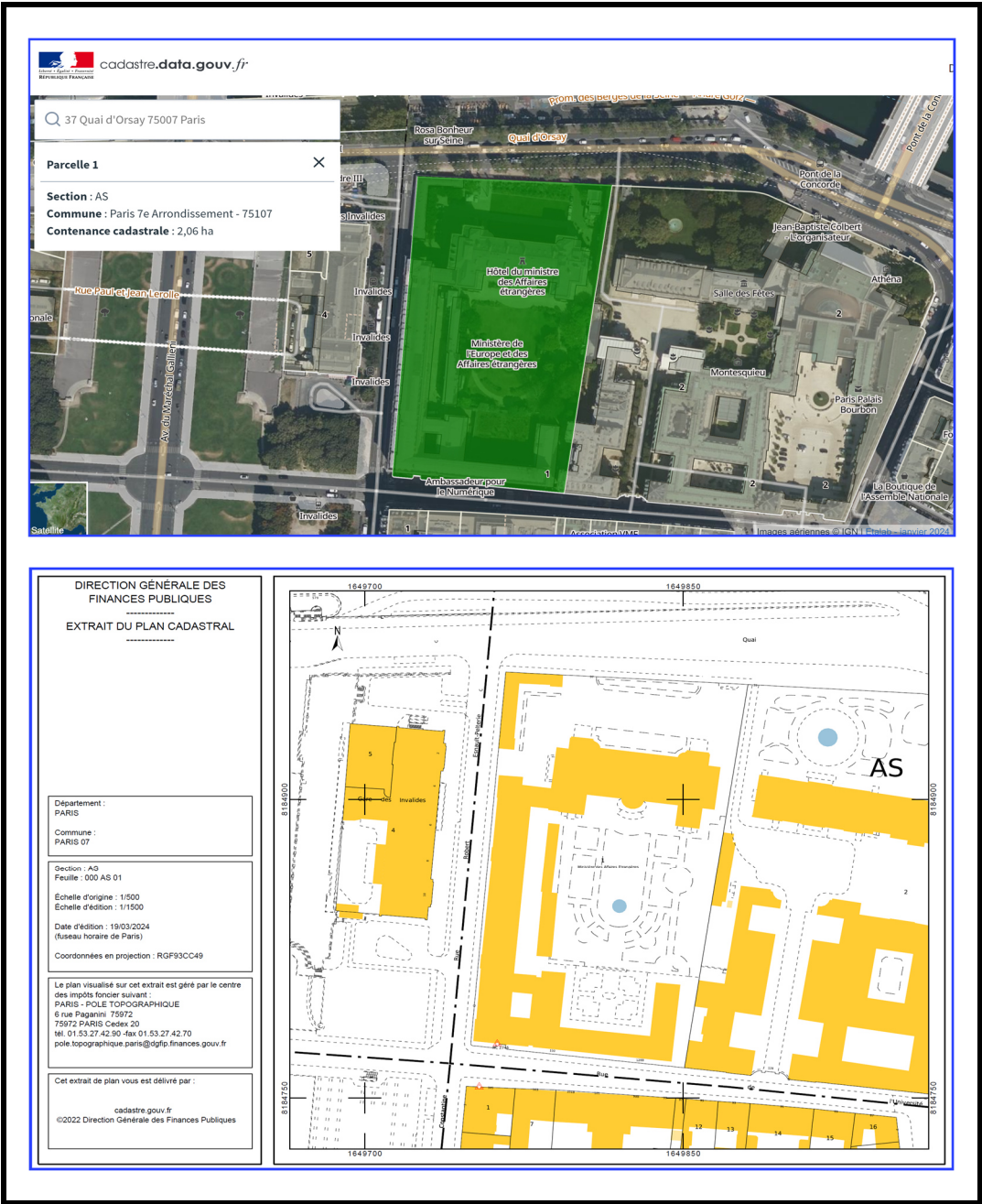
6. Structuration des maquettes

6.1. Localisation

Les informations suivantes sont à renseigner dans les informations de projet de toutes les maquettes :

Coordonnées postales : 37 Quai d'Orsay, 75007 Paris

Références cadastrales : Parcelle 1 Feuille 000 AS 01 Commune PARIS 07 (75)



6.2. Géoréférencement

Le décret n° 2006-272 du 3 mars 2006 modifiant le décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000 définit le Référentiel Géodésique Français 1993 (RGF 93) comme système de coordonnées de référence géographique et planimétrique en France métropolitaine. Celui-ci se décline en deux systèmes de projection :

- Le Lambert 93
- Les Coniques Conformés 9 zones (cc42 à cc50).

Les plans et les maquettes numériques seront donc livrés dans le système de projection CC49 associé au système de coordonnées RGF93. Le nivellement est rattaché au système altimétrique IGN1969. Chaque maquette numérique aura un point de référence qui respectera les coordonnées partagées. Les coordonnées du point de base du projet/point de référence de localisation choisi dans la maquette de l'existant sont les suivantes :

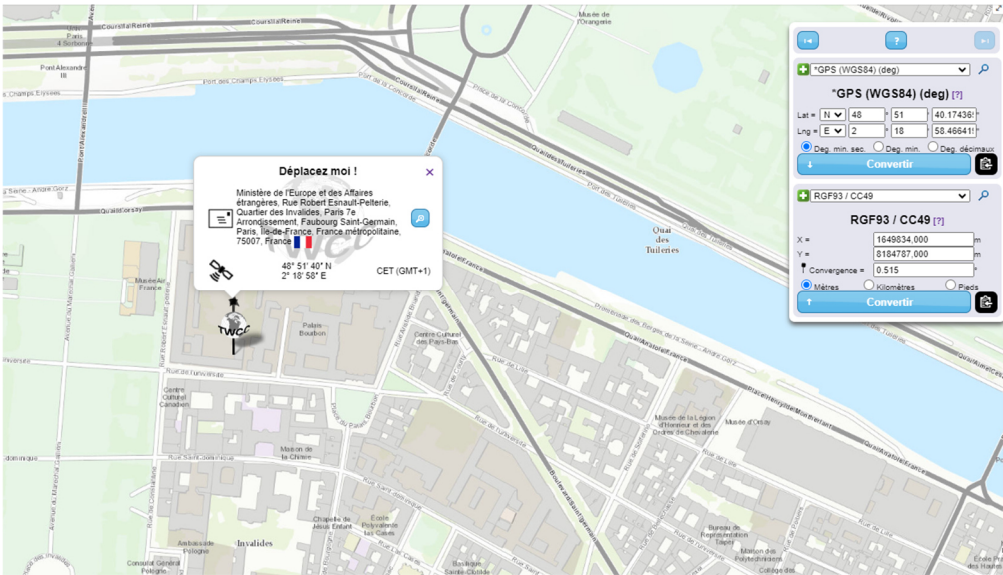
RGF93 CC49		
X	Y	Z
8184926,380	1649790,420	30.00

Ces données sont extraites des maquettes des bâtiments existants disponibles dans le dossier de consultation.

La conversion en coordonnées GPS WGS84 :

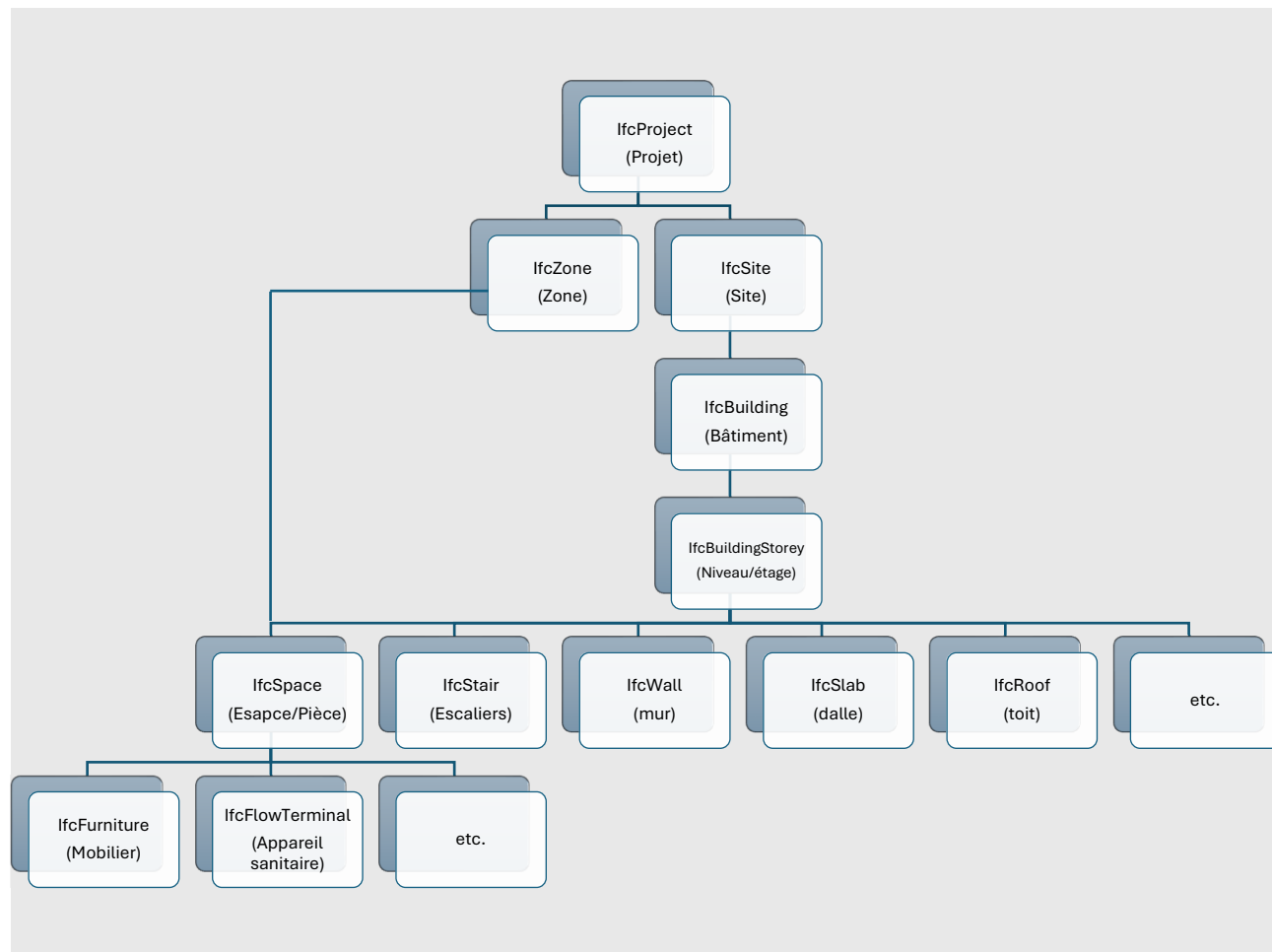
Système de coordonnées GPS : WGS84	
Longitude	Latitude
2° 18' 58.466419819524"	48° 51' 40.17436570696"

Ces cordonnées seront vérifiées par le BIM Manager et les référents BIM des entreprises.



6.3. L'arborescence spatiale

Les arborescences spatiales des maquettes numériques doivent être structurées dans le respect des classes définies pour la représentation IFC :



Site :

Le site doit être modélisé dans le même fichier s'il y a un seul bâtiment, et dans un fichier séparé s'il y en a plusieurs.

Bâtiment :

Comme indiqué ci-dessus, dans une configuration avec plusieurs bâtiments, une maquette unique est fournie par bâtiment

Niveaux :

Les niveaux correspondent aux différentes altimétries des faces supérieures des planchers du Bâtiment. Ils sont identifiés en respectant la codification de nommage indiquée dans les documents de référence fournies par la MOE. Les caractéristiques associées aux niveaux (nom, altimétrie, ...) doivent être respectées par les titulaires des lots lors de la production de leurs maquettes respectives.

Les pièces

Les objets BIM « pièce/espace » sont définis en trois dimensions pour chacun des locaux du programme.

Les pièces doivent être modélisées avec comme limites verticales, le niveau de sol fini et le niveau de plafond fini. Les espaces non utilisés doivent être modélisés comme des pièces et un paramètre partagé doit définir si la pièce est utilisée ou non (ex. : balcons, terrasses, ouverture de cage, etc.). Les espaces seront extraits en Ifc dans la classe IfcSpace.

Chaque pièce doit avoir un identifiant unique assigné à sa catégorie pour zone, niveau et usage,
Tous les espaces ouverts doivent être identifiés et pour ce faire, ils seront fermés par des lignes de séparation de pièce,
Les pièces sont identifiées en respectant la règle de codification diffusée dans les études produites par la maîtrise d'œuvre dont les références sont disponibles dans le dossier marché. Ces règles de nommage des pièces seront rappelées par le BIM Manager EXE dans la convention BIM EXE. Les règles doivent être appliquées par toutes les entreprises attributaires et en priorité, le macrolot 01 Gros-œuvre étendu, pour la représentation des objets pièces intégrés dans sa maquette. Le macrolot 01 devra intégrer ces objets dans sa maquette en respectant la codification de nommage, à l'aide des attributs d'appropriés.

Les zones

Les « zones » sont un système spatial qui regroupe des espaces pour répondre aux besoins des cas d'usage de la maquette numérique (regroupement d'espaces ayant une unité fonctionnelle, identification de zones d'usage). Les zones regroupant des espaces sont extraites en lfc dans le système spatiale lfcZone. Les arborescences spatiales des maquettes du macrolot 01 devront répondre aux exigences des relations entre plusieurs locaux/pièces définies à l'aide de la classe lfcZone.

Les zones sont identifiées en respectant la règle de codification diffusée dans les études produites par la maîtrise d'œuvre dont les références sont disponibles dans le dossier marché. Ces règles de nommage des zones seront rappelées par le BIM Manager EXE dans la convention BIM EXE. Les règles doivent être appliquées par toutes les entreprises attributaires et en priorité, le macrolot 01 Gros-œuvre étendu, pour la représentation des objets pièces intégrés dans sa maquette. Le macrolot 01 devra intégrer ces objets dans sa maquette en respectant la codification de nommage, à l'aide des attributs appropriés.

6.4. Les unités de mesure

Les unités de mesures pour ce projet sont les suivantes :

Libellés	Unités	Arrondis
Longueur	Mètre (m)	0.00
Surface	m ²	0.00
Volume	m ³	0.00
Masse	Kg	0.00
Angle	Degré (°)	0.00
Température	Celsius (°C)	0.00
Prix	Euro (€)	0.00
Pente	% (0.00)	0.00

6.5. Les classifications

Les éléments spatiaux et non spatiaux du bâtiment doivent être classifiés selon la classification définie dans les annexes 2 et 3, en cohérence avec le référentiel Uniformat II 2015 (ASTM). Ce choix doit permettre d'assurer l'uniformité des dénominations et l'identification fonctionnels des objets/éléments classés, pour des éventuels besoins futurs des exploitants et des gestionnaires du patrimoine. Lors de l'export Ifc 2x3 depuis la maquette numérique en format natif, la configuration d'export doit respecter les spécifications des référentiels fournis avec le présent cahier des charges BIM.

6.6. Les attributs des équipements

Les attributs/paramètres exigibles sont regroupés en grandes familles comme suit :

- Identification
 - Désignation
 - Désignation en vigueur sur site
 - Système / Réseau associé, le cas échéant
 - Marque / Fabricant / Fournisseur
 - Référence/Type/Désignation
 - Numéro dans la classification retenue (Uniformat II 2015)
 - Libellé dans la classification retenue (Uniformat II 2015)
 - GUID
 - Identifiant GMAO, GTB (Si besoin)
- Localisation : Bâtiment, Niveau fonctionnel (étage), Pièce / Local
- Exploitation
 - Date de fabrication - Date de mise en service - Date de fin garantie
 - Lot Travaux / Installateur
 - Autres champs, à créer et laisser vides pour renseignement ultérieur, en phase DOE et/ou Exploitation.
- Caractéristiques Physiques : Poids, volume, surcharge d'exploitation, résistance au feu, caractéristiques coupe- feu...
- Caractéristiques dimensionnelles, compris dégagements nécessaires à la maintenance
- Fonctionnalités, en référence aux analyses fonctionnelles
- Autres spécifications diverses (coloris, par exemple)

6.7. Découpage des maquettes numériques

Les différentes maquettes doivent être découpées en fonction des lots contractuels de l'opération susmentionné.

La taille maximale des maquettes est de 400 Mo pour les fichiers natifs et de 250 Mo pour les fichiers au format Ifc 2x3. Cette exigence est de stricte application pour l'ensemble des fichiers au format natif dont sont issus les exports Ifc.

Le référent BIM de chacune des entreprises à la responsabilité de s'assurer que les équipes de production des maquettes des études de synthèse, d'exécution et DOE de son macrolot respectent ces exigences décrites dans l'annexe 1 au présent cahier des charges BIM.

Le tableau ci-dessous mentionne s'il est attendu de la géométrie et/ou des informations pour chaque spécialité constituant les macrolots 01 à 04. Chaque macrolot doit utiliser sa propre

maquette numérique BIM. Ces différents fichiers seront liés dans un fichier commun (la maquette unifiée) permettant la création d'un fichier BIM fédéré.

Les informations à renseigner correspondent pour chaque élément du bâtiment à une combinaison de la résolution de niveau de détail (ND) et les spécifications de niveau d'information (NI).

Macro-lot	Lots	Code lot	Rendu BIM EXE	Rendu BIM DOE
01 Gros-œuvre étendu				
	Curage – Démolition – Pompage	CDP	Non Concerné (NC)	NC
	Désamiantage et déplombage	DDE	NC	NC
	Gros-œuvre	GOE	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Charpente métallique	CML	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Étanchéité	ETA	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Serrurerie – Métallerie – Cloisons vitrées	SER	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Cloisons – doublage	CLO	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Menuiseries intérieures – Agencement	MIT	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Sols durs	RSD	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Sols souples	RSS	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Peinture – Revêtements muraux	PRM*	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Plafonds suspendus	PLS	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Planchers techniques	PLT	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Appareils élévateurs	ASC	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Réseaux divers	VRD	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Aménagements extérieurs	ESP	Géométrie + informations	Géométrie + informations
02 Couverture – Façades pierre de taille				
	Couverture	COU	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Façade pierre de taille et ravalement de façades	FPT*	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Menuiseries extérieures bois	MEX	Géométrie + informations	Géométrie + informations
03 Façades				
	Verrière – Façades Vitrées Nord	FAC*	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Façades extensions	FAC*	Géométrie + informations	Géométrie + informations
04 Fluides				
	CVCD	CVD	Géométrie + informations	Géométrie + informations

Macro-lot	Lots	Code lot	Rendu BIM EXE	Rendu BIM DOE
	Plomberie	PLB	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Sécurité incendie	SSI	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Courant Fort	CFO	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Courant Faible	CFA	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	GTB	GTB	Géométrie + informations	Géométrie + informations
	Groupe électrogène	GRE*	Géométrie + informations	Géométrie + informations

***codes spécialités à confirmer par la MOE**

Les entreprises doivent produire des gabarits propres à leur société dans le respect des règles mises en place par le BIM Manager. Ainsi, chacun des macro-lots devra réaliser sa propre maquette intégrant l'ensemble de ses lots synthétisés.

Les éléments tels que le cartouche, la page d'accueil et d'autre éléments communs devront suivre l'uniformisation mise en place par la maîtrise d'œuvre.

Chaque entreprise titulaire d'un lot crée, renseigne et utilise cette maquette, et en tire les informations dont elle a besoin pour son domaine d'intervention.

Tout au long de l'évolution du chantier, elles alimentent leurs maquettes de nouvelles informations pour aboutir finalement à des conteneurs d'information constitués d'objets virtuels renseignés, représentatifs de la construction, de ses caractéristiques géométriques et des propriétés de comportement.

6.8. Codifications des documents et des modèles 3D

En vue d'assurer la traçabilité des maquettes, le nommage standard des maquettes numériques se fera conformément aux dispositions de nomenclature des documents décrite dans la notice de gestion des documents en phase chantier.

Ces dispositions devront être appliquées par le BIM Manager et les entreprises dans le cadre de la mise en place du processus BIM de l'opération ERA. Les éventuels amendements portant sur les nommages et codifications devront être diffusés dans la convention BIM d'exécution, après obtention de la validation de l'AMO BIM.

Pour ce faire, le nommage des maquettes numériques et des documents 2D (PDF, dwg, etc.) qui en sont issus des maquettes numériques respecteront la règle ci-dessous :

ÉMETTEUR	NATURE	PROJET	PHASE	SPÉCIALITÉ	TYPE	NIVEAU	ZONE	LOT	N°	INDICE

Pour l'élaboration de ces nomenclatures, les référents BM et le BIM Manager devront exploiter les codifications définies dans la notice gestion des documents en phase chantier.

Les codes spécifiques à la démarche BIM qui seront utilisés :

1 – CODE ÉMETTEUR

MOA

AMO AMO BIM

BM BIM Manager

2 – CODE NATURE

B Maquette BIM

3 – CODE PROJET	ERA Aile des archives
4 – CODE PHASE *	EXE Exécution DOE Dossier des ouvrages exécutés
5 – CODE SPÉCIALITÉ**	GOE Gros-œuvre PLB Plomberie ELE Courant Fort Courant Faible XXX Etc.
6 – CODE LOT PARTICULIER *	SYN Synthèse SAR Synthèse architecturale STA Synthèse technique et architecturale
7 – CODE NIVEAU*	SS1 Niveau -1 RDC Rez-de-chaussée RX Niveau R+X ($1 \leq X \leq 7$) TT Toiture TN Tous niveaux
8 – CODE TYPE DE DOCUMENT*	CCB Cahier des charges BIM CVB Convention BIM NRB Notice REX BIM XXX Etc.
9 – INDICE DE RÉVISION	01 Première publication de fichier 02 Révision 1 03 Révision 2

*À compléter par le BIM Manager, si nécessaire, dans la convention BIM

**Se référer aux codes des lots du tableau point 6.7 découpage des maquettes

7. Niveau de développement



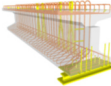
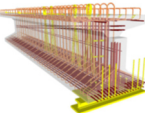
Le niveau de développement est le niveau nécessaire d'informations liées aux objets en termes de détails, de coordination et d'information. C'est la combinaison entre :

- Le Niveau de détail géométrique (LOD) : description des granulométries de propriété géométrique des maquettes numériques qui seront attendues aux différents stades du projet de construction
- Le Niveau d'information (LOI) : description de la granulométrie des données et propriété incluses pour un objet dans la maquette numérique

les niveaux de détails et d'information définis ci-dessous concernent uniquement les rendus des maquettes numériques BIM. Les documents 2D (PAS, PS, PR, EXE , DOE) extraits des maquettes devront respecter les niveaux de détails et d'information exigés par la MOE pour l'obtention des visas.

7.1. Résolution des niveaux de détail – (ND)

Le niveau de détail (ND) décrit des granularités de la propriété géométrique des objets BIM des maquettes numériques. Les divers objets BIM peuvent avoir des ND différents à un moment précis du projet et évolueront aux différents stades du projet de construction. Le ND n'est pas attribué à la maquette numérique dans son ensemble, mais à chacun des objets BIM qui la composent. Les niveaux de détail géométrique sont communément définis comme suit :

Niveau de détail géométrique			
LOD	Libellé	Description	Représentation
100 / 200	Encombrement	Représentation 3D définit par une forme simple. Les dimensions, formes et positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.	
300	Représentation	Représentation 3D permettant de reconnaître l'objet. Les dimensions, formes et positions et orientations sont spécifiques aux éléments au niveau tel que conçu.	
350	Représentation réaliste	Représentation 3D réaliste. Les dimensions, formes et positions et orientations sont spécifiques aux éléments au niveau tel que construit.	
400	Représentation complète	Représentation 3D réaliste et complète. Les dimensions, formes et positions et orientations sont spécifiques aux éléments au niveau tel que construit. La structure interne (type ferrailage) est complète.	

Les définitions du ND exigés pour les objets des maquettes numériques sont détaillées dans l'annexe 2 du présent cahier des charges BIM. ces définitions du ND concernent uniquement les objets 3D des modèles. **Par conséquent, les entreprises doivent se conformer aux exigences de la MOE pour la constitution des plans d'exécution PEO qui sont extraits de ces maquettes numériques.**

Les niveaux de définition des objets de la maquette numérique sont indiqués par des valeurs de 1 à 3 correspondants à :

- 1 pour le marquage ou symbole : Marque qui contient des données sans information dimensionnelle. Les informations des éléments concernés sont intégrées soit à

- l'IfcSpace de la pièce dans laquelle ils sont localisés, soit aux IfcWall ou IfcSlab des composants dont ils sont une couche.
- 2 pour l'encombrement : définition spatiale 2D/3D de l'encombrement de l'objet ou la représentation générique spatiale 2D/3D qui permet d'identifier les caractéristiques génériques d'un d'objet.
 - 3 pour la représentation détaillée 3D : la définition spatiale permet d'identifier un objet précis. En fonction des attentes, cette représentation peut être adaptée aux besoins de l'exploitation Définition spatiale qui permet l'intégration des objets dans un outil de gestion, exploitation, maintenance assistée par ordinateur (GMAO).

7.2. Spécification des niveaux d'information – (NI)

Le niveau d'information est la granularité des données et propriétés incluses pour un objet dans le modèle 3D.

Les définitions du niveau d'information pour ce projet sont :

- M – Matériaux et finitions : Données qui permettent d'identifier des matériaux et finitions mises en œuvre.
- D – Dimensions : Dimensions associées à la forme de l'objet.
- F – Fabricant modèle : Données de référence spécifiques à un produit bâtiment précis permettant d'associer ce produit à une fiche technique de son fabricant.
- C – Caractéristiques détaillées : Données qui permettent d'attribuer aux objets des caractéristiques nécessaires pour des vérifications réglementaires ou des besoins de calcul. L'exhaustivité des données renseignées sur la maquette numérique devra correspondre au même niveau d'exhaustivité des informations renseignées sur les autres livrables (notices, plans, tableaux) demandées à chaque phase du projet. L'exhaustivité des données devra, également, permettre de répondre aux besoins de la MOA pour la mise en place des usages d'exploitation des maquettes numériques.
- E – Entretien : Données de référence d'entretien permettant d'associer ce produit à une fiche technique de son fabricant.

LOI : Niveau d'information à respecter				
				Colonne correspondante dans l'annexe 2
/	Néant	Aucune information à l'exception de la dénomination		
F	Fabricant	Fournir la référence de l'objet	Référence produit permettant d'identifier la fiche technique	Fabricant / Modèle
M	Matériaux	Fournir le type de matériaux	Bois, métal, caoutchouc, pvc, faïence, carrelage, grès, etc.	Matériaux
D	Dimensions	Fournir les dimensions associées à la forme de l'objet		
C	Caractéristiques techniques	Fournir des caractéristiques spécifiques à des objets tel que les équipements ou les menuiseries.	Selon les cas caractéristiques thermiques, acoustiques, etc.	Caractéristiques particulières techniques
E	Entretien	Fournir les informations spécifiques sur les cycles d'entretien et de vie des ouvrages	Selon les cas fiches spécifiques avec dates	Nécessité d'entretien dans tableau Accessoires à remplacer

Le niveau de définition des objets de la maquette numérique imposé est défini selon une abréviation regroupant le niveau géométrique (Chiffre) et le niveau d'information (Lettre).

Par exemple, un niveau de définition 3MDFC correspond à :

- 3 → Une représentation 3D de l'objet
- M → Description des matériaux composant l'élément
- D → Description des informations dimensionnelles du composant
- F → Fourniture des références fabricant du composant
- C → Description des caractéristiques spécifiques des éléments

Représentation 3D	MATÉRIAU	DIMENSION	FABRICANT	CARACTÉRISTIQUES
3	M	D	F	C

Les caractéristiques attendues varient selon l'objet en question, par exemple, pour un mur, il est demandé de renseigner ses caractéristiques thermiques, acoustiques et sa résistance au feu. Pour un espace, les revêtements de sols, des murs et du plafond sont demandés (Voir annexe 2). Il est demandé de renseigner ces caractéristiques dans les PSet correspondant de l'Ifc (annexe 3).

7.3. Évolution du niveau de développement des maquettes

L'annexe 2 du présent cahier des charges BIM décrit le niveau de définition des objets contenus dans les maquettes numériques EXE et DOE. Les niveaux de détails et de d'information présentés dans cette annexe 2 seront appliqués par les entreprises uniquement pour les rendus des fichiers 3D destinés aux besoins de gestion exploitation maintenance de la maîtrise d'ouvrage.

Les entreprises titulaires devront s'assurer que leurs maquettes numériques permettent également l'extraction des plans d'exécution « PEO » avec des niveaux de détail et d'information conformes aux exigences de validation de la MOE.

À titre d'exemple, les menuiseries, équipements, calepinages de façade qui figureront dans les livrables 2D extraits de la maquette numérique, donc extraits du modèle 3D, devront avoir au minimum le même niveau de représentation graphique que lorsqu'ils sont dessinés dans un processus standard d'élaboration de plans d'exécution.

Ces niveaux de détail et d'information évolueront, dans le strict respect des attentes du MOE, au fur et à mesure de l'avancement de l'opération, jusqu'au rendu du dossier des ouvrages exécutés DOE.

			Code Domaine/ Spécialité	Code Unifomat II	Code générique phase EXE	R Représentation des éléments sur la maquette 3 = 3D ou 2 = 2D d = dimension	M Matériau	D Dimension		F Fabricant modèle (facultatif, obligatoire en DOE uniquement)	C Caractéristique s techniques (facultatif, obligatoire en DOE uniquement)	E Nécessité d'entretien (facultatif, obligatoire en DOE uniquement)
Macro-lot 4	Lots	Sous-lots										
	CVCD	Réseaux aérauliques	CVCD	D3040	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		PRODUCTION ET DISTRIBUTION CALORIFIQUE	CVCD	D3020	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		Distribution hydraulique	CVCD	D3040	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		PRODUCTION ECS	CVCD	D3020	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		PRODUCTION ET DISTRIBUTION FRIGORIFIQUE	CVCD	D3030	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		PLANCHER REVERSIBLE CHAUFFANT RAFRAICHISSANT	CVCD	D3050	2MD	2	x	x	2MDFCE	x	x	x
		INSTALLATION DE TRAITEMENT D'AIR - Bâtiment B, C et D	CVCD	D3040	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		INSTALLATION DE TRAITEMENT DE CHAUFFAGE + CLIMATISATION	CVCD	D3040	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		INSTALLATIONS DE DESENFUMAGE	CVCD	D3040	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x
		Production frigorifique du data center et distribution EG	CVCD	D3030	3MD	3	x	x	3MDFCE	x	x	x

Extrait de l'annexe 2

La liste des objets de l'annexe 2, notamment les équipements, ne correspond peut-être pas à l'ensemble des éléments de l'ouvrage. Les intervenants devront ajouter certains équipements non présents ou ne pas tenir compte d'équipements non présents dans le projet. Dans le cas où des éléments sont ajoutés à la liste de l'annexe 2, il faut qu'ils aient accès à une nomenclature explicite et cohérente, qui sera spécifiée dans la convention BIM soumise à la validation de la Maîtrise d'ouvrage.

Les informations à renseigner correspondent pour chaque élément du bâtiment à une combinaison de la résolution de niveau de détail (ND) et les spécifications de niveau d'information (NI). Le BIM Manager d'exécution a la responsabilité de s'assurer que les équipes de production de maquettes de lots respectent ces exigences décrites dans le tableau des besoins, complétées ci-dessous.

7.4. Organisation des attributs/renseignements

Un DOE Maquette Numérique complet sera livré en fin de phase exécution. Ce DOE BIM devra être conforme aux niveaux de détails définis dans ce Cahier des Charges BIM et à l'ouvrage tel que construit ou exécuté.

Du point de vue la géométrie, la maquette doit être conforme, à l'ensemble des documents (plans, carnets de détail, notes techniques, etc.) visés par la MOE.

Les entreprises devront laisser visibles l'ensemble des vues et feuilles générées depuis la maquette numérique pour garantir la traçabilité des pièces graphiques et des plans.

Les fiches techniques ou fiches produit devront porter le même nom dans la maquette numérique que sur la plateforme d'échange de données.

À chaque mise à jour des maquettes numériques EXE, chaque référent BIM devra veiller à la conformité de sa maquette avec les documents visés par la MOE.

Le BIM Manager mettra en place des requêtes de suivi de ce contrôle de conformité.

En cas de non-conformité entre les plans visés par la MOE et la maquette, celle-ci devra être reprise par l'entreprise en charge de l'établissement de la maquette correspondante.

Chacune des maquettes doit représenter les ouvrages du lot concerné, et uniquement ceux-ci (donc exclure de cette maquette tous les autres ouvrages). À titre d'exemple :

- La maquette Gros-œuvre contiendra les murs mais pas les menuiseries (soit le cas échéant baies libres à la place des menuiseries et les réservations pour passages de gaines et réseaux divers)
- La maquette menuiserie extérieure ne contiendra que les composants/ouvrages concernés (portes, fenêtres, etc.), sans les murs les supportant (après paramétrage adéquat du logiciel de modélisation pour n'exporter que les menuiseries).

Toutes les maquettes DOE sont établies sur la base des maquettes précédentes réalisées, sans déplacement géométrique depuis l'origine ni en hauteur :

- Afin que les différentes maquettes puissent s'assembler correctement avec le même point de référence respectant la logique d'étage et les niveaux altimétriques de la maquette de référence
- Chaque ouvrage doit être implanté sur son niveau de référence, et si nécessaire décomposé par étage (et non une entité unique implantée sur un étage et qui se développe en hauteur sur deux étages différents)

Chaque fichier de maquette est en format Ifc 2x3 et doit être nommé selon le lot concerné. Les entités/objets modélisés comportent les informations techniques pertinentes pour le Maître d'Ouvrage, repris dans l'annexe 2 produit à cet effet :

- Fabricant/Modèle,
- Matériaux (inox, bois, revêtement PVC, etc.)
- Dimensions (ml, m², hauteur ou diamètres, etc.)
- Références et caractéristiques techniques, performances (charges admissibles, puissance, degré coupe-feu, etc.)

Les accessoires à remplacer et la nécessité d'entretien

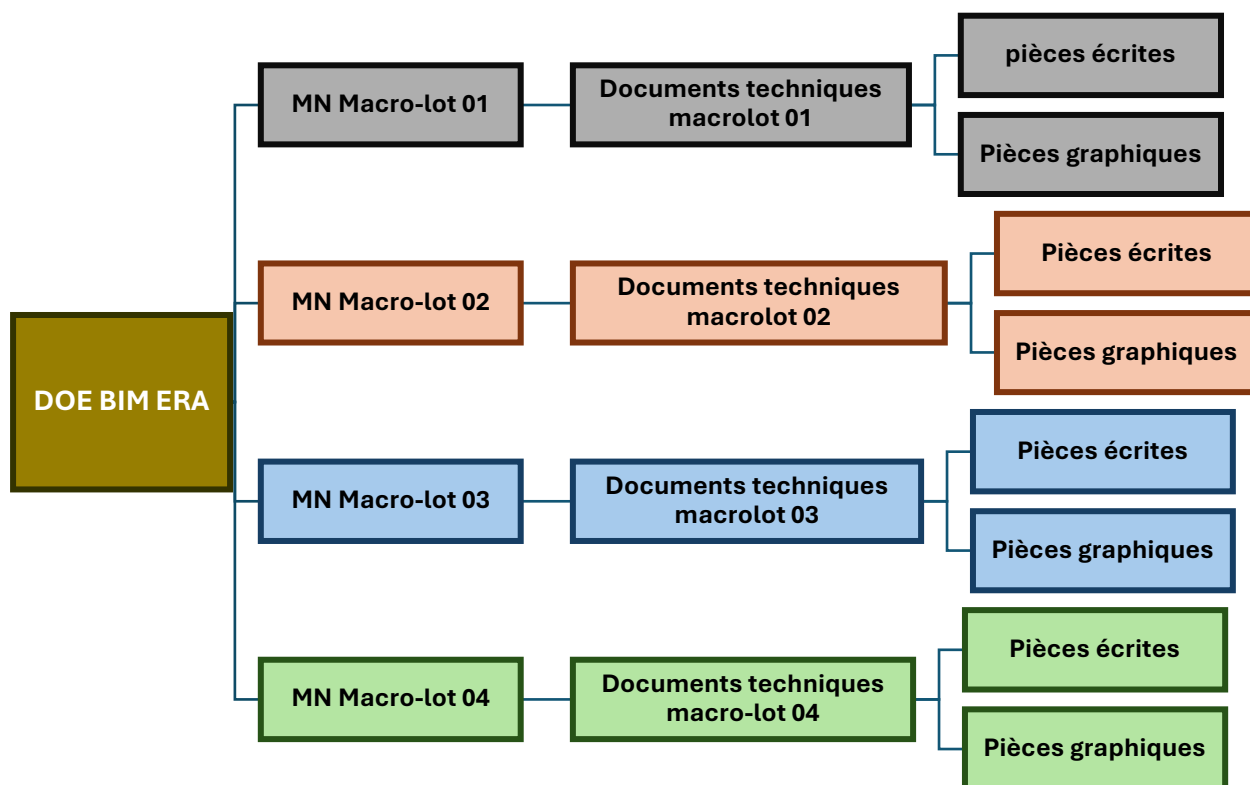
Documents techniques

En ce qui concerne les documents techniques associés aux maquettes de lot, les dispositions ci-dessous doivent être prises :

- Un dossier de même nom que la maquette de lot doit contenir les documents du DOE. Il s'agit des documents ci-dessous :
 - Un récapitulatif des documents (xlsx)
 - Un dossier PIÈCES ÉCRITES (fichiers PDF des matériels et matériaux, nom et coordonnées des fournisseurs, notices d'utilisation, notes de calcul, notices d'entretien, contrats de maintenance...)
 - Un dossier PIÈCES GRAPHIQUES (fichiers des études EXE mis à jour selon la mise en œuvre, en formats DWG et PDF)

Il est important de réunir les documents par type d'ouvrage (pour la miroiterie, on distingue : VERRIÈRE, FAÇADE, MUR RIDEAU ACCÈS...)

- Dans la maquette, des liens locaux sont établis vers les fiches PDF des ouvrages, ou à défaut vers les dossiers les contenant. La syntaxe correcte de ces liens devra être définie par le BIM Manager.



8. Livrables

Seuls seront considérés les livrables déposés via la plateforme collaborative mise en place la MOA, dans le respect des arborescences de gestion documentaire définies dans la convention BIM par le BIM Manager. Les échanges et diffusions de livrables contractuels via des sites de transfert de fichiers, messagerie, clés USB ou autres supports sont proscrits.

8.1. Documents BIM

Documents	Émetteur	SYN	EXE	DOE	Étapes / Jalons
Cahier des charges BIM	AMO BIM	X	X	X	Fourni dans le DCE / Mis à jour en début de phase EXE
Convention BIM	BIM Manager	X	X	X	Rédigé en début de phase EXE
Notice BIM pour la synthèse	AMO BIM	X			Fourni dans le DCE / Mis à jour en début de phase EXE
Rapport de suivi du processus BIM	AMO BIM	X	X	X	Livraison trimestrielle et en fin de phase EXE / DOE
Rapport de contrôle qualité des maquettes	AMO BIM		X	X	Livraison mensuelle (ou selon les besoins) et en fin de phase

Documents	Émetteur	SYN	EXE	DOE	Étapes / Jalons
	BIM Manager	X	X	X	Jalons définis suivant le planning des études de synthèse et d'exécution
Rapport de coordination des maquettes	BIM Manager	X	X	X	Jalons définis suivant le planning des études de synthèse et d'exécution
Notice REX BIM	AMO BIM		X	X	En fin de phase EXE / DOE

8.2. Maquettes numériques et les extractions de livrables

TYPE DE LIVRABLE	Émetteur	SYN	EXE	DOE	Étapes / Jalons
Maquettes numériques	Entreprises macro-lots 01, 02, 03, 04	X	X	X	Temporalités et jalons définis suivant le planning des études de synthèse et d'exécution
Vues 3D (coupes, détails, etc.)	Entreprises macro-lots 01, 02, 03, 04	X	X	X	
Plans 2D (niveaux, coupes, élévations, détails, etc.)	Entreprises macro-lots 01, 02, 03, 04	X	X	X	
Tableaux quantitatifs, nomenclatures, etc.	Entreprises macro-lots 01, 02, 03, 04		X	X	

8.3. Constitution des livrables

Dès le lancement des études de synthèse et d'exécution, les maquettes devront être configurées par les BET des entreprises, de telle sorte à fournir un environnement conforme à la convention BIM.

Les différentes maquettes doivent être découpées en fonction des macrolots et leurs lots contractuels de l'opération. Les entreprises doivent produire des gabarits propres à leur société sur base des règles mise en place par le BIM Manager. Sur cette base, chacun des lots devra réaliser sa propre maquette intégrant l'ensemble de ses spécialisés synthétisés.

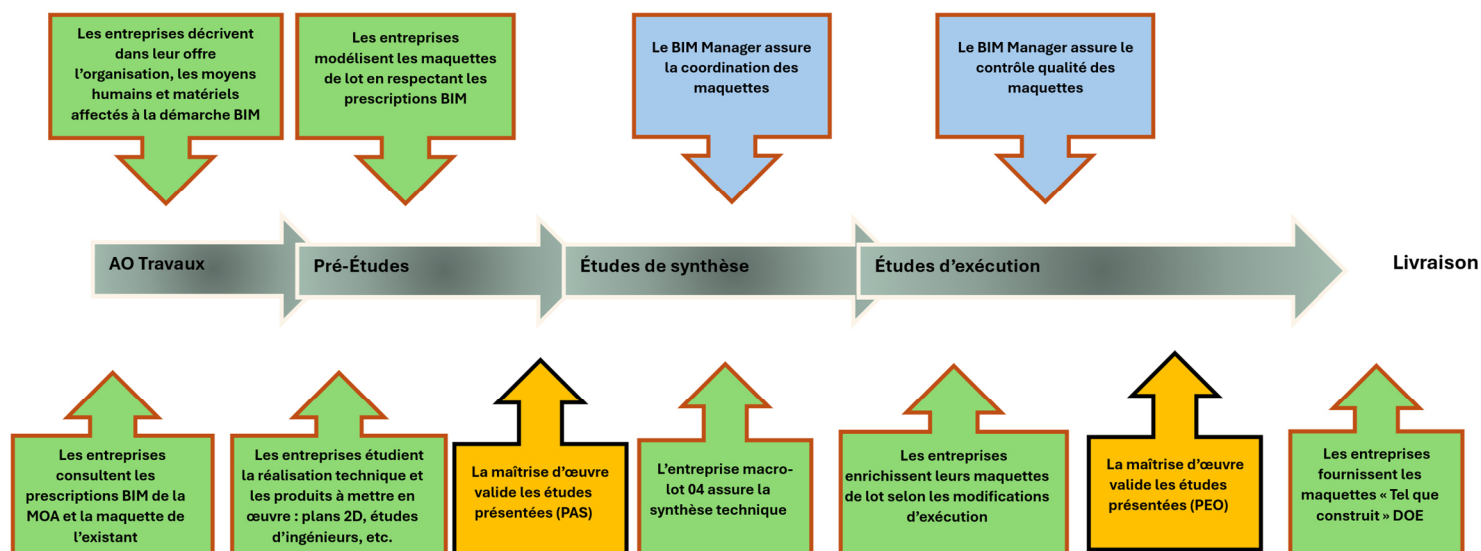
Les éléments tels que le cartouche, la page d'accueil et d'autre éléments communs devront suivre l'uniformisation mise en place par la maîtrise d'œuvre.

Chaque entreprise titulaire d'un lot crée, renseigne et utilise cette maquette, et en tire les informations dont elle a besoin pour son domaine d'intervention.

Tout au long de l'évolution du chantier, elles alimentent leurs maquettes de nouvelles informations pour aboutir finalement à des conteneurs d'information constitués d'objets virtuels renseignés, représentatifs de la construction, de ses caractéristiques géométriques, des propriétés de comportement et tout information/donnée exigée dans l'annexe 2.

les livrables 2D, qui restent les documents contractuels de l'opération, sont constitués d'extraction directe de la maquette numérique, afin de garantir la cohérence des données. Les plans issus de la maquette numérique devront préciser la maquette dont ils sont issus (non de fichier, indice, ...).

Ces dispositions concernent le processus BIM jusqu'au rendu DOE.



8.3.1. SYN – études de synthèse

La mission de Synthèse est hors de la responsabilité du BIM Manager. Le fonctionnement de la cellule synthèse est décrit dans l'annexe IX du CCTP commun, complété par une note BIM spécifique à la mission de synthèse, disponible dans le dossier marché.

La mission de synthèse permet la réalisation coordonnée des dossiers d'exécution des entreprises à travers la maquette numérique d'exécution, et a pour seul objectif la visualisation des conflits et la formalisation des solutions communes exprimées par les spécialistes concernés.

Le travail d'analyse des interfaces, l'ajout des annotations et propositions de synthèse restent à la charge de la Cellule de synthèse ainsi que la production définitive et diffusion des livrables de synthèse.

Prenant en compte le fait que les plans de synthèse seront produits avec les maquettes BIM, la cellule de synthèse se servira de ces maquettes BIM afin d'optimiser ses analyses et les études de synthèse.

Afin de faciliter le travail et la production des livrables de synthèse, il est prévu que le BIM Manager assure le support de préparation en amont de la réunion de synthèse avec la consolidation des maquettes (maquette fédérée). Ce support n'est pas nécessairement exhaustif, mais constitue des documents préparés pour la bonne tenue de la réunion de synthèse.

Conformément à la description de sa mission, le BIM Manager n'effectuera aucune analyse des conflits liées à la synthèse sur les maquettes des lots. Ses interventions se limitent à la compilation de ces maquettes dans une maquette fédérée (générale) ainsi que la préparation des vues 3D. Il transmet cette maquette fédérée à la cellule synthèse pour analyse des problèmes. La maquette fédérée sera diffusée sur la plateforme de collaboration et mise à la disposition à la cellule de synthèse.

Une synthèse interne à chaque lot sera effectuée préalablement par le titulaire du (des) lot(s) concernés, avant la transmission de tous documents (maquettes et autres documents) à l'équipe de synthèse pour analyse. Tous les éléments transmis à l'équipe de synthèse qui s'avère non coordonnés au sein de leur propre lot, pourront être refusés.

En fonction de la liste des livrables définis par la cellule de synthèse, le BIM Manager assurera également des extractions de la maquette numérique fédérée (plans/coupes/détails/Vues 3D) qui serviront comme support pour le travail de la cellule de synthèse (uniquement les éléments modélisés dans les maquettes numériques par les différents lots). Ces extraits pourront être fournis au format dwg ou PDF à la Cellule de Synthèse.

La cellule de synthèse s'engage à exploiter ces extraits fournis par le BIM manager uniquement pour des visualisations des problèmes et conflits analysés sur les documents visés « Bon pour synthèse ».

Les livrables sont déposés via la plateforme de collaboration BIM dans le respect de l'arborescence Synthèse prescrite, et permettant la coordination et l'audit des conflits de maquettes au fil de l'eau sur la durée des études de synthèse.

Livrables :

De la part de l'AMO BIM :

- Rapport de suivi du processus BIM (à mi-parcours et en fin d'études de synthèse).

De la part du BIM Manager :

- Rapport de coordination des maquettes avec utilisation de BCF pour formuler les remarques directement sur les maquettes, notamment celles liées à la coordination entre les intervenants

De la part de la cellule de synthèse :

- Signalement des problématiques identifiées sur les superpositions des PS, PR avec utilisation de BCF pour formuler les remarques directement sur les maquettes,
- Émission des plans de synthèse
- Rapport pour les reprises par les entreprises
- Émission des plans de synthèse

De la part des entreprises :

- Maquettes numériques par spécialités (IFC et/ou selon outil retenu) avec utilisation de BCF pour recevoir les remarques directement sur les maquettes.
- Faire le lien avec tous les plans visés BPS qui sont issus des maquettes
- Mise à jour de la maquette et de ses exports 2D (PS, PR)

Temporalité :

Définie dans le planning des études de synthèse diffusé par l'OPC.

8.3.2. Phase Réalisation – études d'exécution

Chaque entreprise aura la charge d'établir l'ensemble des plans d'exécution nécessaires à la mise au point de ses ouvrages selon le format informatique, la charte graphique et la dénomination transmise par la Maîtrise d'œuvre en début de phase préparatoire.

Les reprises des PEO exigées par les approubateurs ne font l'objet d'aucune vérification de maquette numérique BIM, pour éviter toute interférence dans le processus de validation des études d'exécution.

Le BIM Manager assure uniquement la vérification des maquettes numériques desquelles sont extraits les PEO ayant reçu l'avis « Bon Pour Exécution ».

Les revues de maquettes planifiées par le BIM Manager ne porteront que sur le suivi des exigences fonctionnelles définies dans le cahier des charges BIM ERA. À savoir :

- La compatibilité Ifc
- L'arborescence spatiale

- La structuration des maquettes
- Le niveau de développement

Livrables :

De la part de l'AMO BIM :

- Rapport intermédiaire d'audit des maquettes numériques par lot
- Rapport de suivi du processus BIM (trimestriel)
- Rapport de contrôle qualité des maquettes EXE (mensuel ou selon les besoins)
- Notice REX BIM EXE

De la part du BIM Manager :

- Convention BIM EXE
- Maquette de coordination
- Rapport de revue mensuelle des maquettes avec utilisation de BCF pour formuler les remarques directement sur les maquettes, notamment celles liées à la coordination entre les intervenants

De la part des entreprises :

- Maquettes numériques par spécialités (IFC et/ou selon outil retenu) avec utilisation de BCF pour recevoir les remarques directement sur les maquettes.
- Faire le lien avec tous les plans visés BPE qui sont issus des maquettes
- Mise à jour de la maquette et de ses exports 2D (PEO)

Temporalité :

Définie dans le planning des études d'exécution diffusé par l'OPC.

Pendant la phase d'exécution, le BIM Manager devra déposer, au minimum, une fois par mois, une compilation des maquettes numériques des entreprises (au format natif et Ifc 2x3) dans l'espace destiné au rendu. Afin que l'AMO BIM puisse réaliser un audit qualité des maquettes déposées sur cet espace.

8.3.3. Phase de Réception – DOE

Livrables :

De la part de l'AMO BIM :

- Rapport intermédiaire d'audit pré DOE des maquettes numériques
- Rapport de suivi à mi-parcours du processus BIM DOE
- Rapport de contrôle qualité des maquettes numériques DOE
- Notice REX BIM DOE

De la part du BIM Manager :

- Rapport pré DOE de revue des maquettes numériques par lot avec utilisation de BCF pour formuler les remarques directement sur les maquettes, notamment celles liées à la coordination entre les intervenants
- Maquette de coordination DOE
- Rapport DOE de revue des maquettes numériques par lot avec utilisation de BCF pour formuler les remarques directement sur les maquettes.

De la part des entreprises :

- Maquettes numériques par spécialités (IFC et/ou selon outil retenu) avec utilisation de BCF pour recevoir les remarques directement sur les maquettes.
- Faire le lien avec tous les plans visés qui sont issus des maquettes et l'ensemble des documents associés exigés
- Mise à jour de la maquette et de ses exports 2D Tel Que Construit « TQC »

Temporalité :

Définie dans le planning diffusé par l'OPC.

Mise à jour de la maquette et de ses exports. Les livrables sont déposés via la plateforme de collaboration BIM dans le respect de l'arborescence DOE prescrite, et permettant la validation des rendus en fonction des étapes :

- Préparation, rappel des attentes et initialisation : 3 à 4 mois avant la date prévisionnelle de réception des travaux avec état de lieux pré DOE des maquettes numériques.
- Version provisoire : 1 mois avant la date de réception des travaux
- Version définitive : au plus tard 1 mois après la date de réception des travaux

8.4. Non remise des livrables

Tout manquement relatif à la fourniture des maquettes devant être intégrées dans les livrables de phase est sanctionnée par l'application de pénalités.

Outre la remise des maquettes, ces défaillances sont susceptibles d'impliquer la non remise de plans devant être extraits des maquettes. Ces manquements, non relatifs au BIM, font l'objet de pénalités distinctes et indépendantes de celles pouvant être appliquée dans le cadre de la maquette BIM.

La non-fourniture d'une maquette numérique impliquera l'application d'une pénalité supplémentaire égale à la somme des pénalités dues en cas de non remise pour chacun des plans devant être inclus dans la maquette et ce indépendamment de la remise des plans.

9. Le Contrôle qualité

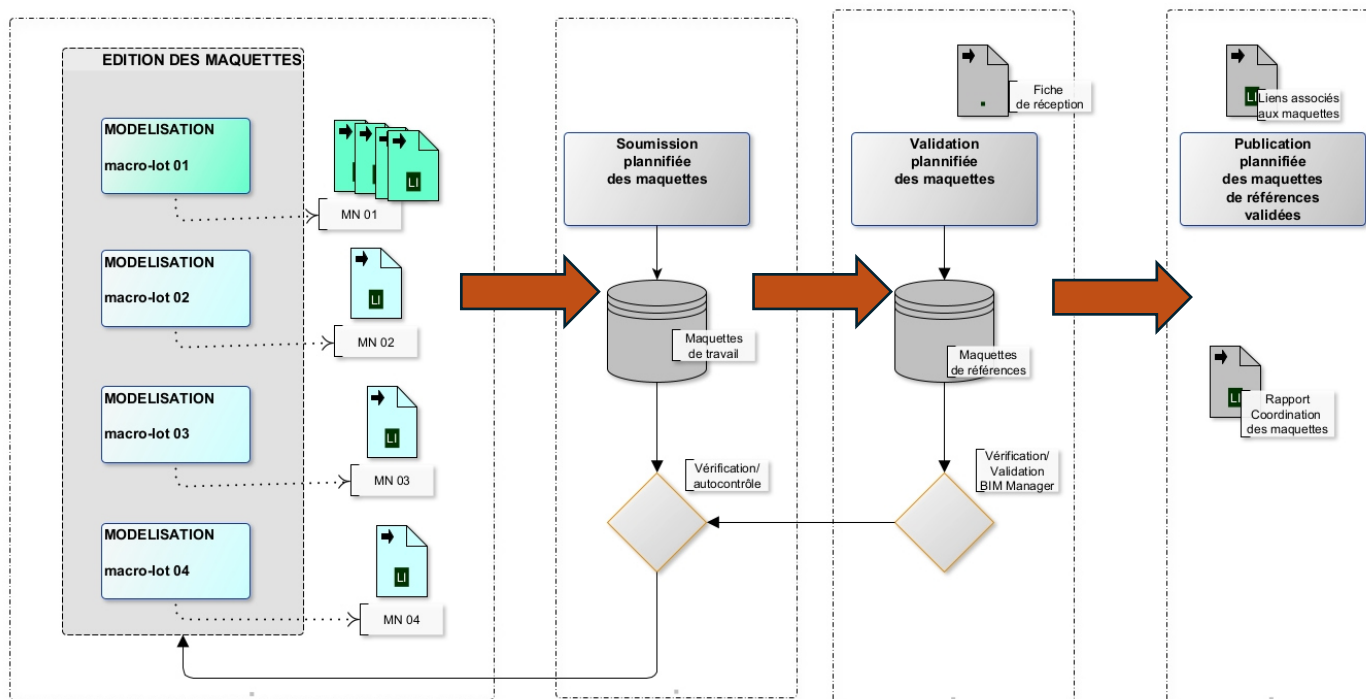
Sous réserve des exigences pour les rendus des livrables de la phase EXE, toutes les procédures de contrôle qualité des maquettes numériques comprennent à la fois :

- **Le contrôle visuel** : Vérifier qu'il ne subsiste pas d'objet, de composant ou de modèle parasite et veiller au respect des prescriptions. Pour se faire, les différents modèles seront intégrés un à un afin de vérifier les zones "vides", les chevauchements, les éventuels écarts altimétriques entre les modèles.
- **Le contrôle des renseignements techniques** (y compris LOD, graphisme et attributs) : le respect des normes géométriques et celui de la représentation des objets dans les règles de l'art est vérifié à l'aide des documents indiquant les implantations en plan ainsi que les données 2D classiques décrivant les objets de la maquette.
- **Le contrôle des nomenclatures** : fichiers, vues et objets de la maquette métier.
- **Le contrôle des conflits** : L'analyse des incohérences concerne les clashes internes à chacune des disciplines de projet. Cette présynthèse interne lot et spécialité est à la responsabilité des entreprises.

À chaque diffusion de leurs modèles, les intervenants des macrolots doivent garantir la conformité de ceux-ci avec les attentes du cahier de charges BIM de l'opération ERA.

Un contrôle qualité de ces « maquettes Travail » est réalisé par le BIM Manager. La maquette validée par ce dernier est intégrée à la maquette de compilation, contenant toutes les «maquettes de références » (maquette de travail validée par le BIM Manager) de chaque discipline/corps d'état. Ces maquettes sont ensuite auditées par l'AMO BIM, selon les temporalités définies pour sa mission, jusqu'à la livraison du DOE.

Les audits des maquettes produits par l'AMO BIM, ne remplacent pas les contrôles fréquents, que doit effectuer le BIM Manager dans le cadre de sa mission.



Les contrôles courants et usuels sont réalisés en interne par les référents BIM de chaque entreprise.

Les modèles Ifc compilés sont visualisées avec une visionneuse et/ou sur la plateforme de collaboration. Le BIM Manager diffusera des assignations au format BCF afin de faciliter la localisation des problèmes rencontrés.

L'équipe du BIM Manager analyse les modèles et en extrait des vues qui illustrent les problématiques rencontrées. Ces vues sont complétées d'annotations ou de commentaires pour faciliter la compréhension. Un rapport est édité pour chaque analyse, envoyé aux personnes concernées et déposé sur la plateforme.

Les maquettes conformes seront disponibles sur la plateforme de collaboration BIM dans un dossier spécifique à cet effet.

Les types de contrôles, les intervenants et les outils dédiés sont définis dans le tableau ci-dessous :

Contrôle qualité de la maquette numérique	Définition	Responsable	Fréquence	Outil
				Format
Modélisation	Vérification des bonnes pratiques de modélisation	BIM Manager	Ponctuellement	Outils de production
		Référent BIM	Avant chaque dépôt de maquette	Natif
Visuel	Vérifier la concordance du modèle avec le projet	BIM Manager	Ponctuellement	Outils de production
		Référent BIM	Avant chaque dépôt de maquette	Natif
Géoréférencement	Vérifier le positionnement géoréférencé du projet	BIM Manager	À chaque dépôt de maquette	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration Outils de production
		Référent BIM	Avant chaque dépôt de maquette	Natif / IFC / BCF
Interférences	Détecer des interférences physiques et logiques entre	BIM Manager	Ponctuellement	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration
		Référent BIM	Avant chaque dépôt de maquette	IFC / BCF

Contrôle qualité de la maquette numérique	Définition	Responsable	Fréquence	Outil
				Format
	éléments des modèles de projet			
Niveaux d'information et de détail des maquettes numériques EXE et DOE	Vérifier que les attributs des objets respectent bien le niveau de développement convenu	BIM Manager Réfèrent BIM	À chaque dépôt de maquette Avant chaque dépôt de maquette	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration Outils de production Natif / IFC / BCF
Règles de codification et de nommage	Vérifier le respect des règles retenues pour le projet	BIM Manager Réfèrent BIM	À chaque dépôt de maquette Avant chaque dépôt de maquette	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration IFC / BCF
Classifications Unifomat II	Vérifier le respect des classifications retenues pour le projet ou par les usages BIM	BIM Manager Réfèrent BIM	À chaque dépôt de maquette Avant chaque dépôt de maquette	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration IFC / BCF
Modèles	Vérifier l'adéquation des modèles géométriques, alpha numériques et analytiques vis-à-vis des objectifs définis dans les cas d'usages	BIM Manager Réfèrent BIM	Ponctuellement En cours de production	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration Outils de production Natif / IFC / BCF
Processus	Vérifier que les processus des cas d'usage sont suivis	BIM Manager Réfèrent BIM	À chaque revue de projet BIM	
Export IFC	Contrôle visuel géométrique et contrôle par sondage de l'affectation aux objets de la bonne catégorie IFC	BIM Manager Réfèrent BIM	À chaque dépôt de maquette Avant chaque dépôt de maquette	Visionneuse IFC Plateforme de collaboration IFC / BCF
Livrables EXE et DOE	Vérifier la liste des livrables issus des maquettes avec ceux attendus	Réfèrent BIM	Avant dépôt sur la plateforme et/ou transmission pour VISA de la MOE	Outils de production Natif
Environnement de collaboration BIM	Vérifier le bon fonctionnement du serveur ou de la plateforme comme défini par la convention	BIM Manager	Permanente	Plateforme de collaboration

10. Glossaire et abréviations

Ce glossaire est extrait de celui publié par MEDI@CONSTRUCT (actuellement BuildingSMART France) dans sa première version du « guide méthodologique pour les conventions de projets en BIM ». La consultation de la version exhaustive du glossaire BIM est de libre accès. La deuxième version du guide est téléchargeable à partir du lien suivant :

<https://bimstandards.fr/process-bim/rediger-une-convention-bim/>

Les définitions du BIM et du CDE sont quant à elles tirées de la norme ISO 19650¹.

Attribut / Paramètre / Propriété :

information associée à un composant de maquette (objet, famille, local...). Cette information est également définie par les niveaux de détail et/ou niveaux d'information prescrits

BCF (BIM Collaboration Format) :

Le format BCF, développé en 2009 et maintenu par buildingSMART International pour l'échange de communications liées au modèle IFC, permet de faire des commentaires géolocalisés dans une maquette, avec point de vue associé. Diffusable sans devoir faire l'échange de la totalité du modèle, il est notamment utilisé en synthèse 3D

BIM / Modélisation des informations de la construction (Building Information Modelling)

Utilisation d'une représentation numérique partagée d'un actif bâti pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation et former une base fiable permettant les prises de décision.

BIM Management

Le BIM Management est une équipe qui vise à l'organisation des méthodes et processus permettant l'établissement de la Maquette Numérique. Il a la charge de piloter l'élaboration de la Convention BIM.

BIM Manager projet

Dénomme parfois le porte-parole et référent du BIM Management. Il établit la stratégie opérationnelle de l'opération, en accord avec les objectifs du programme et ceux des entreprises.

Cahiers des charges BIM (CDC BIM)

Document du donneur d'ordre (maître d'ouvrage) précisant pour le projet les exigences et objectifs des intervenants successifs du projet, incluant éventuellement ceux de la charte BIM du Maître d'ouvrage. (À ne pas confondre avec Convention BIM).

Classification

Processus de regroupement des objets intégrés à la maquette selon un standard, une norme ou une définition propriétaire. Les tables de classification de données à respecter sont basées sur le référentiel utilisé (Unifomat II)

¹ 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

Codification

Méthode d'identification des objets intégrés à la maquette selon un processus standardisé, normalisé ou propriétaire ou spécifique au projet.

Convention BIM

Document décrivant les méthodes organisationnelles et de représentation graphique d'un projet spécifique ainsi que les processus, les modèles, les utilisations.

Dans la version 2 du guide, la convention BIM est un document :

- Qui explique la démarche BIM mise en place sur un projet ;
- Auquel les acteurs d'un projet doivent adhérer ;
- Dont ils conviennent du contenu.

Coordinateur BIM

Il est le référent BIM de chaque contributeur.

Espace

Terme utilisé pour désigner un volume délimité par des parois.

Environnement de données commun CDE (Common Data Environment)

Source convenue d'information sur un projet actif donné, utilisée pour collecter, gérer et diffuser chaque conteneur d'information par le biais d'un processus géré.

Format propriétaire

Format de fichier associé à une solution logicielle spécifique à un éditeur qui n'est généralement pas compatible avec d'autres formats propriétaires.

Format ouvert

Un format de fichier est ouvert par opposition au format propriétaire quand il permet d'être échangé entre plusieurs logiciels.

IFC

Acronyme de Industry Foundation Classes. Il s'agit d'un langage orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels. Ce format de fichier est ouvert.

Maquette numérique (MN)

Représentation graphique de la base de données numérique, généralement en 3D, contenant des objets BIM (voir Objet BIM) portant l'ensemble des informations et des propriétés du projet.

Niveau de détail (ND)

Description des granularités de la propriété géométrique des maquettes numériques qui seront attendues aux différents stades du projet de construction.

Niveau d'information (NI)

Description de la granularité des données et propriétés incluses pour un objet dans le modèle 3D

Notice REX BIM

Document qui peut être remis conjointement par l'AMO BIM et/ou le BIM Manager EXE, faisant le bilan de la mise en œuvre du BIM sur le projet : acteurs, outils, gains de productivité atteints, points de blocage rencontrés et solutions apportées

Objectif BIM

Les objectifs BIM sont des traductions des objectifs généraux du projet ou être issus d'un donneur d'ordres, dans une Charte BIM, un Cahier des Charges BIM, etc.

Objet BIM

Représentation virtuelle d'un élément de construction, en trois dimensions, formellement identifié (par exemple un mur, une dalle, une porte, un étage...) avec ses propriétés (par exemple propriétés des matériaux, résistance mécanique, transmissivité thermique...).

Processus BIM

Un processus est un ensemble d'opérations, d'actions ou d'évènements mis en œuvre pour atteindre un ou plusieurs objectifs et réaliser un usage BIM.

Ensemble d'activités corrélés ou en interaction qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie. (**Processus Qualité**)

Plateforme de collaboration

C'est un espace de travail virtuel. C'est un outil, parfois sous la forme d'un site internet, qui centralise tous les outils liés à la conduite d'un projet, la gestion des connaissances ou au fonctionnement d'une organisation et les met à disposition des acteurs. L'objectif du travail collaboratif est de faciliter et optimiser la communication entre les individus dans le cadre du travail ou d'une tâche non liée au travail, généralement en mesurant également leur impact sur le comportement des groupes.

Revue de projet BIM

Revue de projet utilisant la maquette numérique comme support.

Usages BIM

C'est une explicitation de processus intégrant des pratiques BIM, c'est-à-dire la description d'un processus concret, tel qu'il sera mis en œuvre sur un projet. Cela permet de décrire factuellement les usages voulus des maquettes numériques, les interactions des différents acteurs avec cette base de données, pour des actions métiers précises allant de la production d'images jusqu'à l'exploitation de bâtiment.