

Réalisation de l'extension GM3 du CHU de Clermont-Ferrand, restructuration des Urgences et désamiantage et restructuration du bâtiment HC

MAITRISE D'OUVRAGE :

CHU DE CLERMONT-FERRAND

Direction des Travaux de l'Environnement et de la Sécurité
58 Rue Montalembert
63003 Clermont-Ferrand

TEL : 04 73 75 07 50



AMO BIM

BIM in Motion

Tour Pacific, 11 cours Valmy,
92800 Paris La Défense

TEL : 06 14 08 49 26

CONTRÔLEUR TECHNIQUE

Bureau Veritas Construction - Région Auvergne
5 rue du Bois Joli CS90002 -
63800 Couron d'Auvergne

TEL : 04 73 14 37 50

COORDONNATEUR SPS

SOCOTEC Agence Construction & Immobilier Clermont-Ferrand
19 Av. Léonard de Vinci
63000 Clermont-Ferrand

TEL : 04 73 44 27 00

MAITRISE D'OEUVRE :

ARCHITECTES

Architecture Studio (mandataire)

10 rue Lacuée, 75012 Paris
Tél : 01 43 45 18 00

architecturestudio,

TEL : 01 43 45 18 00

BET Structure

ITC

9 rue Louis Rosier,
63063 Clermont-Ferrand



TEL : 04 73 26 58 58

BET Fluides

BET CHOLET

11 rue de la Gantière,
63 000 Clermont- Ferrand



TEL : 04 73 28 60 50

Economiste de la construction

ECO-CITES

9 b Rue Jules Cesar
75012 Paris

écocités,

TEL : 01 40 02 02 00

BET HQE

ADRET

837 Av. de Bruxelles,
83500 La Seyne-sur-Mer



TEL : 04 94 10 87 50

Acousticien

AVA

15 rue Fondary,
75015 Paris



TEL : 01 45 58 30 13

Flux et logistique

NS CONSEIL

3 boulevard de Stalingrad
92320 Chatillon



TEL : 09 80 49 68 75

SOUS-TRAITANTS :

ANTEA - PELAGOS - STUDIO FAHRENHEIT - REALIS OPC

ANNEXE 1 : CDC BIM - Phase exécution

ECH. :	Date : Août 2025	Vérifié par : ABA	Validé par : ML
--------	------------------	-------------------	-----------------

CLF8	DCE	104008	AST	TB	CC	TN		AD	
Affaire Assemblage Général	Phase	Numéro	Emetteur	Bâtiment	Type	Niveau	Découpage	Discipline	Indice

A_CLF8_CAR_PRO_v.5 - 07/10/2024

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Annexe 1 : CDC BIM - Phase exécution

CHU DE CLERMONT-FERRAND



IND	DATE	DESCRIPTION
0	24/05/2023	Rédaction du cahier des charges BIM – phase exécution (dossier de consultation)
A	10/07/2023	Mise à jour du document suivant les retours de l'AMO BIM

SOMMAIRE

1	GÉNÉRALITÉS	5
1.1	Objet du présent cahier des charges BIM phase exécution (dossier de consultation)	5
1.2	Limite	5
1.3	Informations relatives au projet	6
1.4	Informations clés sur la typologie du process BIM	8
1.5	Principaux intervenants en phase études	8
1.6	Maquettes à disposition en phase de consultation	9
2	GLOSSAIRE	9
3	DÉFINITION DU PROCESS BIM	12
3.1	Le niveau de maturité BIM du projet (Niveau 2)	13
4	LES ACTEURS BIM DU PROJET	13
4.1	Les Acteurs du projet BIM	13
4.2	Contribution au process BIM	13
5	RÔLES ET RESPONSABILITÉS	14
5.1	Rôle de l'AMO BIM	14
5.2	Rôle du BIM Manager de la MOE	14
5.2.1	Missions	14
5.2.2	Responsabilités	15
5.3	Rôle des référents BIM métiers	16
5.3.1	Missions	16
5.3.2	Responsabilités	16
5.4	Rôles des modeleurs BIM	17
5.4.1	Missions	17
5.5	Organigramme BIM	17
5.6	Matrice des responsabilités BIM	18
6	LES DOCUMENTS BIM DU PROJET	18
7	OBJECTIFS & CAS D'USAGES EN PHASE EXÉCUTION	18
7.1	Objectifs BIM de la Maîtrise d'ouvrage en phase exécution	18
8	RAPPEL SUR LES NIVEAUX DE DÉTAILS	25
8.1	Rappel sur les LOD (Level of détail)	25
8.2	Composition des niveaux de détail (ND) ou du Level of Development (LOD)	25
8.3	Niveaux de détails géométriques et optimisation de la modélisation 3D	27
8.4	Niveau de détail pour la phase EXE : LOD 350	29
8.4.1	Lot Gros-CŒuvre, structure	29
8.4.2	Corps d'état techniques	29
8.4.3	Lots architecturaux	29
8.4.4	Lot VRD et extérieurs	29
8.5	Niveau de détail pour la phase DOE	30



9	PRINCIPES DE MODÉLISATION.....	30
9.1	Principes généraux.....	30
9.1.1	Modélisation géométrique	30
9.1.2	Catégorie/Famille appropriées.....	31
9.1.3	Respecter la structuration par sous-projets	31
9.1.4	Modélisation par étage	31
9.1.5	Validation & nommage des familles	31
9.1.6	Interopérabilité	31
9.1.7	Classe IFC	32
9.1.8	Fichiers liés (Communs à tous intervenants)	32
9.1.9	Vues	32
9.2	Modélisation des éléments architecturaux et second œuvre	32
9.2.1	Mur non-structuel, parpaings, placoplâtre, mur en verre, construction et joint de dilatation verticale	32
9.2.2	Poteaux	32
9.2.3	Sol fini, construction et joint horizontal de dilatation.....	33
9.2.4	Plafonds	33
9.2.5	Toits.....	33
9.2.6	Portes	33
9.2.7	Fenêtres	34
9.2.8	Ouvertures, pénétrations, réservations par catégories, ouvertures de cage.....	34
9.2.9	Marches, escaliers, paliers, plateforme, escalators, tapis roulants, etc.	34
9.2.10	Rampes, sols incurvés	34
9.2.11	Pièces.....	34
9.3	Modélisation des éléments structuraux.....	35
9.3.1	Les Matériaux de structure béton	35
9.3.2	Poteaux, Colonnes.....	35
9.3.3	Dalles, semelles.....	35
9.3.4	Fondations (Pieux, Semelles ...).....	35
9.3.5	Ouverture (Pénétrations, réservations).....	35
9.3.6	Voiles.....	36
9.4	Modélisation des éléments CET.....	36
9.5	Classification des objets et équipements	37
9.6	Attributs des équipements	37
10	ENVIRONNEMENT COLLABORATIF	40
10.1	Découpage des maquettes.....	40
10.2	Fonctionnement en maquettes liées.....	41
10.3	Arborescence des maquettes	41
10.4	Nommage et nomenclature	42
10.4.1	Homogénéité des libellés.....	42
10.4.2	Respect des dénominations programmatiques.....	42
10.5	Classification des objets	42
11	MOYENS LOGICIELS	42
12	RECOMMANDATIONS MATÉRIELLES.....	43



12.1	Station informatique de production	43
12.2	Station informatique de consultation	43
12.3	Système d'exploitation	43
13	PLANS ET DOCUMENTS GRAPHIQUES 2D	43
14	CONVENTION BIM D'EXÉCUTION	43
15	MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION EN PHASE EXE.....	45
15.1	Stratégie de modélisation	45
15.1.1	Géoréférencement	45
15.2	Unités.....	46
15.3	Arborescence spatiale des IFC	46
15.4	Codification des espaces et zones.....	47
16	STRATÉGIE DE COLLABORATION	47
16.1	Mise à disposition des fichiers de démarrage	47
16.2	Plateforme collaborative	47
16.2.1	Objectifs de l'outil	48
16.3	Intégrité des modèles BIM	49
16.3.1	Maintenance	49
16.3.2	Contrôle qualité	50
16.3.3	Validation des maquettes	50
16.3.4	Schéma de validation des maquettes	50
16.3.5	Contrôle du respect de la convention BIM et des niveaux de LOD.....	50
16.3.6	Engagement et respect du planning de modélisation Exécution.....	51
16.3.7	Audit BIM de l'AMO BIM.....	51
16.3.8	Fréquence des contrôles	52
16.3.9	Actions correctives	52
16.4	Les revues BIM organisées et pilotées par le BIM Manager	52
17	PHASE DE SYNTHÈSE.....	53
18	LIVRABLES.....	53
18.1	Format.....	54
18.1.1	Natif.....	54
18.1.2	Export IFC	54
18.1.1	Export DWG depuis les maquettes BIM en phase DOE	55
18.1.2	Configuration d'exports DWG depuis les maquettes BIM DOE	55
18.2	Cohérence entre la maquette et les documents associés	56
18.2.1	Plans, coupes, élévations... 2D	56
18.2.2	Formats d'échange entre logiciels métiers	56
19	LA MAQUETTE DOE	56
19.1	Conformité aux plans à la maquette numérique	56
19.2	Vérification des informations entre la maquette et l'ouvrage exécuté	57
19.2.1	Principe de contrôle aléatoire	57
19.2.2	Conformité DOE et VISA.....	57
19.2.3	Contenu général des maquettes DOE	57



19.3	Remise du DOE	57
19.3.1	Compilation des maquettes.....	57
19.3.2	Non remise des livrables.....	58
20	STANDARDS ET RÉFÉRENTIELS BIM APPLICABLES AU PROJET.....	58
21	CONDITIONS GÉNÉRALES.....	59
21.1	Prestation.....	59
21.2	Organisation :	59
21.3	Responsabilité.....	60
21.3.1	Responsabilité et viabilité des informations :	60
21.3.2	Responsabilité concernant la modélisation :	60
21.3.3	Responsabilité concernant les documents livrables :	60
21.4	Conditions d'utilisation des maquettes	60
21.5	Identification des maquettes.....	61
21.6	Conformité des maquettes.....	61
21.7	Sauvegardes privées des prestataires et membres du groupement	61
21.8	Sauvegardes générales de la plateforme collaborative	61
21.9	Sécurité des informations	61
21.10	Régime des droits de propriété intellectuelle.....	62
21.11	Propriété et transfert de la maquette.....	62
21.12	Cession du droit d'auteur au profit du maître d'ouvrage	62
21.13	Assurance.....	62



1 GÉNÉRALITÉS

1.1 Objet du présent cahier des charges BIM phase exécution (dossier de consultation)

Le présent cahier des charges BIM a pour objectif de permettre aux entreprises de prendre part au projet du marché public de maîtrise d'œuvre pour la réalisation du bâtiment Gabriel Montpied 3 dit « GM3 » et le désamiantage et restructuration du bâtiment HC, en intégrant les spécificités attendues dans la démarche BIM.

Dans ce cadre, il décrit à la fois l'ambition, les rôles des intervenants, les responsabilités, les tâches et les grands processus inhérents à l'utilisation du BIM. Il fournit également un support permettant d'établir une méthodologie claire, au travers de la convention BIM d'exécution qui sera rédigée par le BIM Manager de l'entreprise générale ou du groupement d'entreprises qui sera désigné.

Le présent cahier des charges BIM constitue autant une référence de livrables, qu'un ensemble de recommandations pour mener à bien la phase d'exécution du projet. À cet effet, il sera joint au dossier de consultation des entreprises.

Ce document sera également mis à jour en cas de besoin lors de la phase d'exécution afin de conserver une adéquation entre les objectifs BIM, le planning et les nécessités de l'opération.

En phase de consultation et d'exécution, le présent cahier des charges BIM servira en particulier :

- À assurer la compréhension des implications relatives au BIM tout au long du projet,
- À guider le BIM Manager de la phase d'exécution dans la rédaction de la convention BIM d'exécution,
- À informer les entreprises des objectifs BIM à atteindre. À permettre au Bureau de Contrôle, Coordinateur SPS et économiste et tous les autres intervenants d'appréhender les moyens dont ils disposent afin de bénéficier de la mise-en-place du processus BIM sur le projet.

Le contenu du document pourra être amendé par des clauses particulières relatives au projet sous réserve de l'accord formel du Maître de l'Ouvrage (CHU de Clermont-Ferrand).

Un audit BIM des entreprises désignées devra être effectuée par la BIM Manager d'exécution afin d'appréhender leur niveau de maturité BIM. Ce dernier procèdera ensuite à la rédaction de la convention BIM qui permettra de mettre en place et de définir les modalités opérationnelles et techniques du processus BIM de l'opération, permettant ainsi d'assurer l'uniformité et la cohérence de la production de chaque intervenant et d'atteindre les objectifs BIM définis dans le présent cahier des charges BIM d'exécution.

La convention BIM d'exécution viendra amender, en cas de besoin, les éléments décrits dans le présent cahier des charges. Ceci afin de conserver une adéquation entre les objectifs BIM, le planning et les nécessités de l'opération, mais également dans le but de s'adapter à la structuration du groupement désigné (découpage des lots/macro-lots, compétences BIM des acteurs désignés). Cette convention sera diffusée à l'ensemble des intervenants avant le démarrage des études d'exécution. Au préalable, elle devra obligatoirement être validée par le CHU de Clermont-Ferrand et son AMO BIM.

1.2 Limite

Le cahier des charges BIM du CHU de Clermont-Ferrand est l'expression des besoins du maître d'ouvrage en matière de BIM sur la phase d'exécution. En ce sens, il ne définit ni les processus,

ni les méthodes, ni les outils qu'il revient aux contributeurs de définir et de mettre en place dans leur domaine de responsabilité, pour les satisfaire.

Le cahier des charges est spécifique à chaque programme. Il est un élément majeur à la mise en place des projets BIM, car il permet de définir clairement quels sont les modèles requis et leurs usages.

Le BIM Manager d'exécution devra rédiger une Convention BIM d'exécution. Pour être conforme aux attentes du MOA, cette convention BIM devra intégrer les exigences de ce cahier des charges, à savoir :

- Respects des objectifs BIM MOA et usages liés,
- Valorisation des usages retenus,
- Niveaux de détails géométriques et niveaux d'informations pour la phase d'exécution/DOE,
- Processus de mise en œuvre des usages illustrés et documentés,
- Etc.

1.3 Informations relatives au projet

Projet	Marché public de maîtrise d'œuvre pour la réalisation du bâtiment Gabriel Montpied 3 dit «GM3» et le désamiantage et restructuration du bâtiment HC
Maîtrise d'ouvrage	CHU DE CLERMONT-FERRAND
Adresse :	58 rue Montalembert, 63003, Clermont-Ferrand
Latitude :	45.7598858
Longitude :	3.093577
Système de coordonnées géographiques	WGS84 (GPS)

La poursuite et l'achèvement du désamiantage du site Gabriel Montpied du Centre Hospitalier Universitaire (C.H.U.) de Clermont-Ferrand imposent la construction d'un bâtiment d'hospitalisation sur ce site.

Dans ce contexte, le CHU projette d'une part la création d'un bâtiment dit « GM3 » sur l'espace libéré par la démolition de l'aile HO dans le cadre du désamiantage en cours, et d'autre part le désamiantage, l'écrtage et la réhabilitation du bâtiment HC.

La surface estimée du nouveau bâtiment est d'environ 18 200 m² SDO pour une construction R+4 sur sous-sol. Une hélistation sera implantée en toiture. L'enveloppe financière prévisionnelle affectée à ces travaux est de 35 000 000 € HT.

La surface à désamianter dans le bâtiment HC est d'environ 8 300 m² SDO pour une structure R+10/-2. Il sera écrté à R+7 pour une surface à réhabiliter de 7100 m² SDO environ. L'enveloppe financière prévisionnelle affectée à ces travaux de désamiantage, écrtage et restructuration est de 13 300 000 € HT.



Elle sera de plus connectée avec le centre de lutte contre le cancer Jean Perrin pour renforcer les coopérations entre les deux structures.

1.4 Informations clés sur la typologie du process BIM

Les phases d'études du projet ont été développées suivant un process full BIM. Dans un souci de continuité la phase d'exécution et afin de produire un DOE numérique, le chantier sera également développé suivant ce process.

Niveau de maturité BIM du projet :	BIM niveau 2 : BIM collaboratif où chaque acteur travaille sur sa propre maquette avec échange de fichiers compilés et coordonnés
Format :	Natif & IFC
Communication et coordination	BCF
Décomposition	1 maquette par bâtiment + division des maquettes par lot
Niveau de détails :	Voir Annexe n°3 au CCTP : Tableau des niveaux de développement
Livrables par phase :	EXE : Maquettes numériques, nomenclatures, plans associés (<u>issus obligatoirement des maquettes numériques</u>) et convention BIM d'exécution. DOE : Maquettes numériques telles que construites.
Standards et référentiels :	LOD : BIM Forum / Contenus et niveaux de développement (Voir annexe 6 au CCTP) Management de projet BIM : PAS 1192-2 et 3 / Norme ISO 19650 / Guide pour la rédaction Guide pour la rédaction Médi@construct / Convention BIM type National PTNB/ Guide de recommandation de la MOA (PTNB & MIQCP)
Plateforme collaborative pour la phase EXE/DOE	KAIRNIAL

1.5 Principaux intervenants en phase études

- Maître d'Ouvrage : CHU de Clermont-Ferrand
- AMO BIM: BIM in Motion
- Architecte mandataire : Architecture Studio
- Bureau d'Etude structure : ITC



- Bureau d'étude CET : BET Choulet
- Economiste : ECO-CITES
- BET HQE : ADRET
- BET Acoustique : AVA
- Flux/Logistique : NS CONSEIL
- Démolition désamiantage : ANTEA
- Installation hélisation : PELAGOS
- BIM Manager phase études : Foundation

1.6 Maquettes à disposition en phase de consultation

Lors de la phase de consultation, les entreprises auront à disposition les maquettes architecturale, structurelles et de corps d'état technique au format IFC. Celles-ci peuvent être ouvertes et consultées à l'aide de viewer IFC.

Important : Ces maquettes sont fournies à titre d'information et ne revêtent aucun aspect contractuel. Seuls les documents 2D sont opposables dans le cadre de cette consultation.

2 GLOSSAIRE

Au cours du projet, les termes ci-dessous auront les définitions suivantes :

MOA : Maître d'ouvrage, la personne physique ou morale, le propriétaire concerné par le présent projet. Il est le client pour lequel tous les intervenants travaillent – CHU de Clermont-Ferrand

Entreprise générale : Mandataire en phase EXE, responsable de la maîtrise d'œuvre d'exécution, de la direction de travaux, du chantier, de la direction de synthèse architecturale et technique et du BIM Management en phase EXE.

MOE : Maître d'œuvre, intégrant l'architecte, les bureaux d'études.

Entreprises Titulaires : Titulaires des marchés de travaux relatifs à chaque macrolot/lot de la présente opération.

Intervenants : Architecte, bureaux d'étude, entreprises, et toute autre personne participant au projet.

Projet : L'opération ou le bien immobilier conçu par les Intervenants.

BIM (Building Information Modeling) : Bâtiment et Information Modélisés. Processus innovant de production et de gestion des données d'un bâtiment allant de sa conception à sa démolition. Ce processus mène à la création d'un modèle englobant la géométrie, les relations spatiales, les informations géographiques, les quantités et les propriétés des éléments constructifs.

Usages BIM : actions par lesquelles l'équipe projet (MOE et entreprises) répondent aux objectifs BIM du maître d'ouvrage.

Maquette numérique (MN) : la représentation numérique de l'ensemble des informations physiques et fonctionnelles d'un bâtiment.



Maquette numérique de travail : Maquette numérique qui n'a pas encore suivi le process de validation des maquettes du BIM manager d'exécution.

Maquette numérique de référence : la maquette numérique d'un intervenant qui a été validée par le BIM Manager d'exécution selon le schéma de validation. Les maquettes de livrables devront avoir été validées selon ce process avant publication.

Logiciel de conception BIM : logiciels utilisés par les intervenants pour la modélisation du projet conformément aux conditions préalables de la convention BIM.

Processus : une méthode d'organisation décrivant l'ensemble des opérations, des actions ou des événements mis en œuvre pour réaliser un objectif.

BIM Manager d'exécution : la personne responsable de l'organisation des méthodes et des processus déployés pour la production des maquettes numériques du projet pendant la phase d'exécution. Il est en charge de la rédaction de la convention BIM d'exécution et en charge de veiller à son application, ainsi qu'à sa mise à jour. Son rôle est décrit de façon plus détaillée dans la suite du présent document.

Référent BIM métier : la personne chargée par un intervenant de représenter ce dernier lors des réunions BIM. Membre de l'équipe de conception d'un titulaire, nommé et désigné et justifiant de connaissances et d'expérience en BIM. Il est responsable des maquettes numériques des lots dont il a la charge, de leur mise à jour et de leur contrôle. Son rôle est décrit de façon plus détaillée dans la suite du présent document.

IFC : Industry Foundation Classes – format de fichier standard et ouvert permettant l'échange et le partage des informations entre logiciels.

Conflit/Clashes : Problème d'interface entre deux objets de plusieurs disciplines/lots ou à l'intérieur d'un même lot. Ce problème d'interface (conflit) peut être détecté soit par un contrôle visuel (cellule de synthèse d'exécution), soit grâce à un logiciel d'analyse qui identifie un problème de compatibilité entre des objets dans une ou plusieurs maquettes numériques (de travail ou de référence).

Maquette pour la consultation (DCE) : Maquette fournie en phase de consultation des entreprises. Elle accompagne les documents traditionnels (Plans, coupes, détails, ...). Elle sera fournie au format IFC.

Compilation de maquettes : l'ensemble des maquettes numériques de référence de tous les intervenants, créant une représentation numérique complète du projet.

Maquette de synthèse : Maquette s'appuyant sur les maquettes d'exécution des entreprises et en permettant ainsi l'analyse technique et spatiale, ainsi que l'émission de coupes de synthèse comprenant les directives de la direction de synthèse.

Maquette BIM globale : Ensemble des maquettes numériques de référence de tous les intervenants, créant une représentation numérique du projet à la fin de chaque phase (faisant partie des livrables). Les données résultent d'une fédération entre les maquettes des différents lots utilisant un format IFC. Les fichiers natifs sont également exigés comme livrables.

Maquette de coordination : Maquette transmise aux entreprises, par le BIM Manager d'exécution et mise à jour tout au long de la phase d'exécution. Cette maquette comprendra, entre autres : l'origine commune du projet, le quadrillage, les niveaux communs, etc.

Niveau de développement (ND) ou Level of development (LOD) : le niveau de détail et le niveau de renseignement de la conception réalisée par les intervenants pour chaque élément de la maquette numérique à chaque phase du projet. Aussi appelé LOD « Level of Development » en anglais. Cette notion est décrite de façon plus détaillée dans le présent document.

Niveau de détail géométrique (LOG - Level of détail) : le niveau de précision de la modélisation graphique réalisé par les intervenants dans la maquette numérique. Cette notion est décrite de façon plus détaillée dans la convention BIM.



Niveau de renseignement ou d'information (LOI – Level of Information) : le niveau de précision de l'ensemble des informations non-graphique, telle que la spécification technique, complété par les intervenants dans les objets de la maquette numérique.

Fichier de paramètres partagés : Fichier contenant les paramètres ainsi que les types de données que les entreprises devront renseigner dans les maquettes (propre au logiciel Revit)

Classification : Processus de tri des objets intégrés à la maquette selon un standard, une norme ou une définition propriétaire.

Codification : Méthode d'identification des objets intégrés à la maquette selon un processus standardisé, normalisé ou propriétaire ou spécifique au projet défini dans la convention BIM.

Plateforme collaborative BIM d'exécution : Plateforme, système d'échange de données informatisées mise en place par la MOA, la MOE, l'entreprise générale, le groupement d'entreprises ou le BIM Manager d'exécution, pour la phase d'exécution. La plateforme peut également être mise en place directement par la MOA, afin de répondre à des exigences spécifiques de sécurité.



3 DÉFINITION DU PROCESS BIM

Le BIM ou "Maquette numérique du Bâtiment" ou "Modélisation d'information de la construction" met en œuvre des processus associés pour produire, communiquer et analyser des modèles de construction. Le BIM est à la fois un processus de gestion et de production qui utilise une série de logiciels intégrant différents formats d'échange (comme les IFC norme ISO 10303-21) permettant la communication entre les différents acteurs du projet.

Travailler en BIM permet ainsi de :

- Favoriser les interactions entre les différents acteurs d'un projet afin de s'orienter vers l'interopérabilité, la coordination, et le contrôle du projet tant du point de vue technique qu'économique,
- Travailler sur un support commun,
- Partager des savoir-faire nécessaires pour la bonne compréhension du projet et de sa réalisation,
- Faciliter, par l'utilisation de la 3D, la communication, la compréhension et la construction de représentations objectives,
- Mettre en place des méthodes et des processus,
- Mettre en place, diffuser et tenir à jour une maquette de référence, accessible à tout moment par les autres intervenants du projet,
- Optimiser l'exploitation future du bâtiment en y intégrant les données et paramètres nécessaires à la maintenance des équipements et des ouvrages.

Le processus BIM englobe la géométrie de la construction, les relations spatiales, les informations géographiques, les quantités ainsi que les propriétés des éléments de construction. Les informations sont capitalisées à chaque étape de ce processus. Ainsi, l'ensemble des résultats de chaque étape du processus peuvent être contenus dans la maquette numérique (calculs énergétiques, dimensionnement, chauffage, climatisation, aéraulique, emplacement des équipements, alarmes et sécurité, maintenance, etc.).

La maquette numérique permet d'assurer la cohérence des documents graphiques propres à chacun des titulaires. L'ensemble des pièces graphiques sont extraites des modèles BIM (plans, coupes, élévations intérieures et extérieures, détails ...). L'ensemble des surfaces et des équipements du projet sont contrôlés par l'extraction de nomenclatures détaillées issues des modèles BIM de chaque cotraitant et titulaire.

La coordination interdisciplinaire est assurée par un assemblage des maquettes en vue d'une synthèse s'appuyant sur l'ensemble des maquettes produites. Ce mode de coordination est déployé par les entreprises sous le contrôle du BIM Manager d'exécution, dès le début de la phase d'exécution. Cette coordination est, pour la maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les entreprises, un gage de maîtrise des objectifs, coûts et délais.

Pendant la phase EXE, la visualisation 3D de la maquette numérique sera utilisée pour faciliter les prises de décisions en réunion de chantier.

In fine, les maquettes numériques d'exécution des entreprises contiendront l'ensemble des informations nécessaires au maître d'ouvrage ou exploitant pour assurer la gestion et la maintenance des locaux. Avec le DOE « standard », le maître d'ouvrage recevra les maquettes numériques BIM réunissant les maquettes DOE des titulaires.



3.1 Le niveau de maturité BIM du projet (Niveau 2)

Il est possible de discerner 3 niveaux de BIM différents. Un BIM de niveau 2 est requis à minima sur l'opération de réalisation du bâtiment Gabriel Montpied 3 dit «GM3» et le désamiantage et restructuration du bâtiment HC.

Chaque intervenant concerné produit une ou plusieurs maquettes numériques de la ou des discipline(s)/lot(s) dont il a la charge et qui évoluent de concert. Ces différents modèles sont échangés en utilisant un format de fichier natif et IFC via une plateforme d'échange adaptée. Ces échanges permettent de combiner tous les modèles en un seul assemblage fédéré appelé compilation, dans l'optique de favoriser notamment, la coordination, la mission de synthèse, métrés et comparatifs.

Le BIM niveau 2 contient les éléments suivants lors de la phase d'exécution :

- Une maquette numérique 3D créée avec un (des) logiciel(s) BIM.
- Des données non-géométriques rattachées aux objets du modèle incluant par exemple des informations importantes pour l'utilisation et la maintenance de l'ouvrage.
- La documentation, les rapports et des dessins 2D. Le format PDF est habituellement recommandé pour cette documentation.

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

- Structure des données (standards, codification)
- Définition des processus BIM
- Une plateforme collaborative BIM
- Environnement de données commun

En BIM niveau 2, il est ainsi conseillé que les acteurs du projet s'adjoignent les services d'un BIM Manager d'exécution tous corps d'état capable de coordonner et contrôler la structuration l'ensemble des différentes maquettes (voir description de son rôle et de ses responsabilités au chapitre 5).

4 LES ACTEURS BIM DU PROJET

4.1 Les Acteurs du projet BIM

Les acteurs amenés à participer à la démarche BIM sur la phase d'exécution sont les suivants :

- Maître d'Ouvrage : CHU DE CLERMONT-FERRAND
- AMO BIM Phase EXE – BIM in Motion
- BIM Manager en phase EXE – Désignation lors de la consultation des entreprises.
- Entreprises : tous les corps d'état impactés par les attentes BIM du projet.

4.2 Contribution au process BIM

1. Les acteurs participant à la modélisation des maquettes en phase d'exécution :



- Entreprise générale ou groupement d'entreprises titulaires des différents lots du marché d'exécution.
- 2. Les acteurs venant alimenter les maquettes en y injectant de l'information ou s'en servant de support pour la production d'analyses :**
- Cellule de synthèse
 - OPC
 - BIM Manager d'exécution (Organisation, audits et contrôles)
 - Etc.
- 3. Les acteurs susceptibles d'utiliser des informations à partir de la maquette, que ce soit de manière autonome ou via un export réalisé par un autre membre de l'équipe :**
- Maître d'ouvrage,
 - Coordinateur SSI,
 - Coordinateur SPS,
 - Bureau de contrôle
 - Etc.

Les différents intervenants ayant pour mission l'établissement des pièces graphiques réalisent et mettent à jour les maquettes métiers, représentatives de leurs macrolot/lot respectifs et constituant la maquette numérique du projet.

L'équipe BIM se compose d'un BIM Manager d'exécution et de référents BIM qui seront désignés dans chacune des structures participant au point 1, 2. Leur rôle est décrit au chapitre suivant.

5 RÔLES ET RESPONSABILITÉS

5.1 Rôle de l'AMO BIM

L'Assistant à Maître d'Ouvrage BIM de la phase d'exécution intervient en appui du CHU de CLERMONT-FERRAND pour veiller à l'atteinte des objectifs BIM du maître d'ouvrage. L'AMO BIM contrôle la qualité des maquettes numériques d'exécution et DOE et leur conformité vis-à-vis du présent cahier des charges BIM et de la convention BIM (rédigée par la BIM Manager d'exécution).

5.2 Rôle du BIM Manager de la MOE

5.2.1 Missions

Le BIM Manager d'exécution sera désigné afin de garantir l'atteinte des objectifs BIM fixés pour le projet et stipulés dans le présent cahier des charges BIM. Il a pour mission de coordonner l'élaboration de la maquette numérique d'exécution, jusqu'à la livraison de la maquette DOE



numérique, et de faire respecter la méthodologie BIM définie en amont du projet à travers les documents de référence (dont la convention BIM d'exécution). Il veille à la cohérence des maquettes numériques et à la structuration des données qui y sont intégrées. À cet effet, il sera chargé de :

- Organiser le travail collaboratif des différents référents BIM en mettant en place les règles d'échanges entre les intervenants et en exploitant les fonctionnalités de la plateforme collaborative
- Établir de la convention BIM d'exécution sur la base du présent CCTP contenant le cahier des charges BIM et ses annexes ;
- Fournir aux titulaires les maquettes de géoréférencement et les fichiers de paramètres partagés ;
- Conseiller les entreprises titulaires dans la mise en œuvre du process BIM ;
- Veiller à la qualité des informations du modèle et au respect de la convention BIM et de ses orientations ;
- Informer les référents BIM métiers des évolutions du process BIM et des procédures,
- Effectuer les tests sur l'amélioration des procédures et la résolution de problèmes ;
- Contrôler le niveau de détail convenu, des informations dans le modèle proprement dit pour chaque phase du processus ;
- Assurer une veille technologique concernant le BIM ;
- Cartographier les outils utilisés (version logiciel, plugins, outils complémentaires) ;
- S'informer auprès des référents BIM des problèmes rencontrés ;
- Organiser des réunions de revue BIM et produire les comptes-rendus de ces réunions ;
- Valider, avec le responsable du chantier, les dates de rendus intermédiaires et rendus de fin de phase ;
- Réceptionner et vérifier la conformité, à la convention BIM, des maquettes numériques fournies afin de les mettre à disposition des autres membres du groupement d'entreprises ;
- Réceptionner et vérifier la conformité des maquettes DOE livrées à la maîtrise d'ouvrage (A noter qu'une validation finale sera faite par l'AMO BIM) ;

Le BIM Manager est ainsi chargé d'organiser les flux, chaque entreprise titulaire restant responsable de ses maquettes numériques.

5.2.2 Responsabilités

Le BIM Manager d'exécution n'est pas responsable du contenu des maquettes, car il n'est pas à l'origine de leur production qui est assurée par les référents BIM et les modelleurs BIM de chaque intervenant.

En revanche, le BIM Manager d'exécution doit garantir la concordance des maquettes remises au CHU de CLERMONT-FERRAND au regard de la convention BIM et du cahier des charges BIM d'exécution. Si cette garantie venait à être remise en cause par la faute d'un membre de l'équipe BIM du groupement d'entreprises, le BIM Manager devra alors expliciter les actions correctives à mener et alerter la maîtrise d'ouvrage de la divergence constatée.

5.3 Rôle des référents BIM métiers

5.3.1 Missions

Chaque intervenant de la maquette numérique, présentera au BIM Manager (avant le démarrage de la production des maquettes) un référent BIM qui doit connaître l'utilisation des outils liés au process BIM. Ces référents auront pour rôle de transmettre les méthodologies décrites dans la convention BIM d'exécution à leurs équipes d'études et mettre en place l'organisation interne à leur équipe, pour produire les livrables BIM adaptés à chaque phase (EXE / SYNTHÈSE / DOE).

Chaque référent BIM est responsable de la maquette numérique de sa/ses discipline(s) ou lot(s), de sa mise à jour et de son contrôle. À chaque dépôt de maquette sur la plateforme collaborative BIM, le référent BIM devra :

- Transmettre un descriptif précis de l'avancement de sa/ses maquette(s) numérique(s) au BIM Manager d'exécution ;
- Transmettre la liste des livrables modifiés et leurs indices, issus de cette maquette ;
- Vérifier l'intégration, dans la maquette numérique de sa discipline ou de son lot, des remarques effectuées par la direction de projet.

Plus globalement, le référent BIM est chargé des missions suivantes :

- Créer le(s) modèle(s) de la discipline à partir des gabarits de l'entreprise ;
- Créer les sous projets en vue du travail collaboratif ;
- Mettre en place les quadrillages et niveaux pour sa ou ses disciplines conformément au fichier de coordination mis en place par le BIM Manager d'exécution ;
- Contrôler les « bonnes pratiques quotidiennes » des utilisateurs ;
- Assurer la viabilité et l'intégrité des modèles et assister la production dans le maintien du niveau 0 erreur dans le(s) modèle(s) ;
- Valider les familles créées par la production avant intégration au projet ;
- Mettre à jour de la bibliothèque d'objets générale de son entreprise ;
- Assister aux réunions de revue BIM organisées par le BIM Manager d'exécution ;
- Gérer les liens entre son modèle et celui des autres disciplines/lots ;
- Transférer les données tirées de son modèle vers les autres acteurs du projet.

5.3.2 Responsabilités

Chaque référent BIM est responsable de la production de maquette de la société qu'il représente, pour l'ensemble des disciplines/lots contractés. Il doit mettre en œuvre les moyens décrits par le BIM manager d'exécution et appliquer les actions correctives adéquates en cas de besoin.

Par ailleurs, chaque référent BIM est responsable de la concordance entre le contenu de la maquette et les plans diffusés extraits de cette même maquette, pendant toute la phase d'exécution, de synthèse et de DOE.

5.4 Rôles des modeleurs BIM

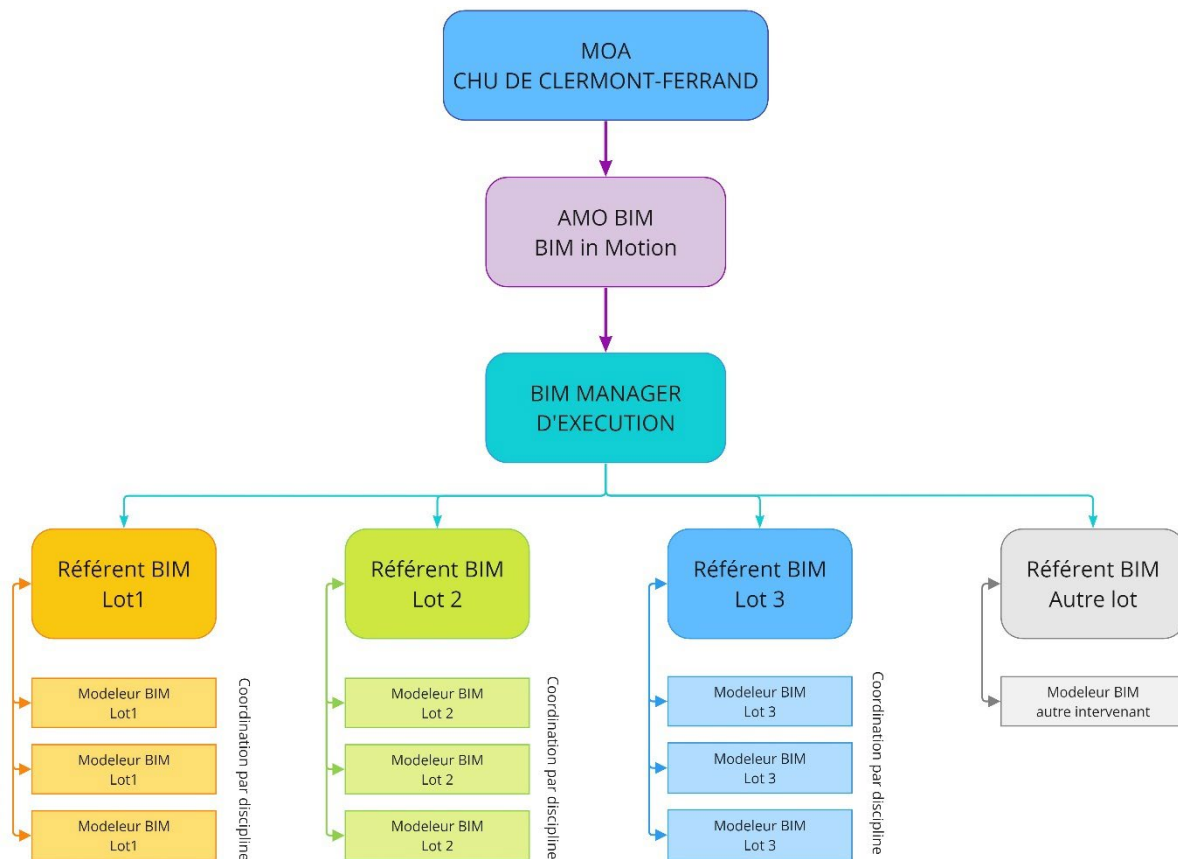
5.4.1 Missions

Les modeleurs BIM, sont internes à chaque entreprise (ingénieurs, projeteurs, etc.) et communiquent par l'intermédiaire de leur référent BIM métier. Les modeleurs BIM sont à l'origine des maquettes et les alimentent tout au long du projet, que ce soit en termes de modélisation géométrique ou de renseignement des données.

- Organise et contrôle le travail de conception du modèle de sa discipline ou de son lot ;
- Assure le suivi de ses rendus en s'appuyant sur la liste de livrables ;
- Crée des familles et s'assure du bon niveau de détail selon la phase de production du projet ;
- Maîtrise du ratio homme/temps de la production du modèle ;
- Assiste aux différentes réunions de conception et de BIM Management d'exécution tous corps d'état ;
- Mets en page et renseigne les feuilles de rendu.

5.5 Organigramme BIM

Les entreprises titulaires sur la phase d'exécution n'étant pas encore désigné(es) à ce jour, voici un organigramme général illustrant l'organisation de l'équipe BIM des entreprises en phase exécution. Cet organigramme est bien sûr susceptible d'évoluer en cas de besoin.



5.6 Matrice des responsabilités BIM

Il est proposé, en annexe 2 au CCTP, une « matrice de responsabilité BIM » stipulant les grandes tâches et responsabilités de chaque acteur pour la phase exécution. Cette matrice devra être validée d'un commun accord avec la MOA, la MOE et les entreprises.

6 LES DOCUMENTS BIM DU PROJET

Les acteurs précédemment définis participent à la rédaction des documents suivants et les utilisent au cours de l'exécution du projet :

- **Le présent cahier des charges BIM d'exécution** : il est contractuel pour l'ensemble des entreprises désignées pour la réalisation du projet de construction et intègre les attentes relatives au BIM jusqu'à la remise de la maquette intégrée au Dossier des Ouvrages Exécutés. Il vient compléter le cahier des charges BIM rédigé en début d'opération par l'AMO BIM (BIM in Motion) « GM3 – Cahier des charges BIM V4 ».
- **La convention BIM d'exécution** : rédigé par le BIM Manager d'exécution et validée par la MOA et l'AMO BIM avant le début de la phase exécution, il précise les moyens techniques et les process à mettre en œuvre afin de répondre aux attentes formulées dans le cahier des charges BIM d'exécution.

7 OBJECTIFS & CAS D'USAGES EN PHASE EXÉCUTION

7.1 Objectifs BIM de la Maîtrise d'ouvrage en phase exécution

La démarche BIM adoptée a pour finalité de produire une maquette qui soit un outil de production collaboratif, pour la réalisation des études d'exécution et conduisant à l'établissement d'une maquette DOE Numérique exploitable en vue de la phase de gestion d'exploitation du bâtiment.

Des objectifs sont fixés afin d'atteindre le niveau de conformité attendu pour la maquette EXE/DOE, mais également pour garantir l'efficacité de la démarche BIM.

Les objectifs BIM du projet ont été identifiés à l'issue d'une analyse de valeur ou analyse stratégique propre au CHU de Clermont-Ferrand, pour le présent projet et pour lequel le BIM est une force, une opportunité, une faiblesse ou un risque.

Il convient donc de choisir les objectifs que le BIM doit renforcer ou les thèmes pour lesquels le BIM pourrait être pénalisant pour le projet.

Le tableau ci-dessous présente les objectifs BIM relatifs marché public de maîtrise d'œuvre pour la réalisation du bâtiment Gabriel Montpied 3 dit «GM3» et le désamiantage et restructuration du bâtiment HC. Ces objectifs sont listés de façon non exhaustive. Il présente un ensemble d'objectifs et de cas d'usages à satisfaire à minima sur le projet, au cours de l'avancement des phases d'exécution et de DOE. Cette liste pourra être amendée par la convention BIM d'exécution qui sera rédigée par le BIM Manager d'exécution. Cependant, la modification de ces objectifs et cas d'usage devra obligatoirement faire l'objet d'une validation préalable de la part du CHU de Clermont-Ferrand et de son AMO BIM (BIM in Motion).

- **Requis** : il s'agit d'un objectif que la maîtrise d'ouvrage souhaite voir mis en place sur le projet.



- **Optionnel** : il s'agit d'un objectif qui intéresse la maîtrise d'ouvrage sans que son application systématique ne soit souhaitée. Les objectifs optionnels sont donc soumis à la proposition de l'intervenant concerné.

Objectifs	Description générale	Contribution du titulaire	Requis	Optionnel
Production des maquettes numériques	<p>Processus par lequel une ou plusieurs solutions logicielles sont utilisées pour développer un modèle d'information des ouvrages en fonction des critères importants pour la traduction de la conception des ouvrages.</p> <p>Ce processus est une condition sine qua non à tous les autres processus d'usage BIM.</p>	Les modèles/maquettes des études d'exécution porteront sur les ouvrages définitifs construits dans le cadre du marché du Titulaire.	X	
Synthèse Architecturale & technique	<p>Processus par lequel sont vérifiées la coordination et la cohérence spatiale, réglementaire, technique et temporelle de plusieurs éléments d'une même discipline et de plusieurs disciplines entre elles, au moyen des maquettes numériques. Le processus doit permettre de déterminer les conflits en confrontant les modèles 3D, les données programmatiques, les propriétés système, les méthodes de construction, les contraintes de maintenance et d'exploitation...</p> <p>Le but de ce processus est de détecter les conflits et d'accompagner leur gestion jusqu'à leur résolution (avec les acteurs concernés).</p>	<p>Le Titulaire doit permettre la réalisation de l'usage BIM par la contribution suivante, couvrant deux processus :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le processus de traitement des interfaces. - Le processus de synthèse. <p>Ces processus seront décrits dans la charte de synthèse produite par la cellule de synthèse.</p> <p>Chaque titulaire sera responsable de la synthèse de ses corps d'état.</p>	X	



<p style="text-align: center;">revue de projet</p>	<p>Faciliter les échanges et les réunions thématiques techniques (Synthèse, coordination, conception) et celles associant le CHU de Clermont-Ferrand :</p> <p>Processus dans lequel les parties intéressées s'appuient sur des maquettes numériques pour évaluer (en vue de valider) plusieurs aspects du projet. Ces aspects du projet sont évalués en fonction des métiers impliqués dans le processus.</p> <p>Le processus de revue de projet, et en particulier les rôles des contributeurs, doit être défini en prenant en compte les types de contrats et les phases de développement. Les rôles des contributeurs peuvent donc évoluer en fonction des phases.</p>	<p>Mise en œuvre des méthodes, des moyens et des rendus permettant :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De contrôler la conformité des modèles aux études et aux réalisations prévues au marché - De présenter des informations directement issues de la maquette dans le cadre des différentes revues prévues au marché, à l'aide d'un équipement approprié à l'exploitation de la maquette numérique - De gérer à travers le système d'information les actions issues des différentes revues prévues au marché - De visualiser sur demande les modèles/maquettes dans un état « en cours » pour des acteurs autorisés (Maître d'œuvre, Maître d'ouvrage, Contrôleur technique, ...) Au travers de la plate-forme collaborative du projet. - D'échanger sur demande des éléments d'études dans un état « en cours » (minutes) entre entreprises et d'autres acteurs (Maître d'œuvre, Maître d'ouvrage, Contrôleur technique, ...) à travers la maquette numérique et la plate-forme collaborative du projet. <p>Ce processus intègre les processus de contrôle et de validation prévus dans la convention BIM d'exécution.</p>	<p style="color: red; font-size: 2em;">X</p>	
---	---	--	--	--



<p>Génération des livrables EXE / SYN / DOE</p>	<p>Processus dans lequel une maquette numérique est utilisée pour créer des livrables (dessins, jeux de dessins, fichiers d'impression 3D, etc.)</p> <p>Ces livrables sont donc cohérents entre eux et avec la maquette numérique dont ils sont issus. La saisie d'informations complémentaires sur ces livrables peut être nécessaire si elles ne sont pas contenues dans la maquette numérique (détails de construction).</p> <p>La traçabilité des livrables ainsi que le statut contractuel des données (visa, etc.) devront être précisés pour chaque document.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tous les livrables du marché sont produits à partir de la maquette (hors éléments synoptiques, pièces écrites, etc.). - Il n'est pas exigé la production des plans de ferrailage à partir d'une maquette numérique. - La liste des livrables non produits à partir de la maquette, en tout ou partie, est soumise à l'agrément du Maître d'ouvrage. - La liste des informations reportées sur les livrables et non-issues de la maquette est soumis à l'agrément du Maître d'œuvre. <p>Ce processus comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le paramétrage des cotations et étiquetages sur les différents livrables, permettant d'automatiser la génération des informations à partir du modèle numérique. - Les contrôles de conformité des livrables aux données de la maquette numérique et de la maquette numérique aux livrables. - Le cas échéant, le report dans la maquette numérique de données produites hors maquettes numériques, pour des raisons de processus de production. 	<p>X</p>	
--	--	---	----------	--



Extractions de quantités et de valeurs significatives	<p>Processus par lequel des quantités sont extraites directement des éléments de la maquette numérique. Ces extractions prennent la forme de bases de données organisées en nomenclatures, structurées par catégories d'objets (lots...) et par valeurs significatives. Ces extractions peuvent s'appuyer sur des jeux de propriétés, des attributs, une composition, une référence à un type et des quantités de base.</p> <p>Les valeurs significatives sont les données permettant de caractériser le projet.</p> <p>La documentation des propriétés des éléments via des nomenclatures adaptées permet de structurer la base de données.</p> <p>Cette base de données est visible sur un tableur de type Excel, ou peut être importée dans des logiciels métiers spécifiques de métré, tout au long du de la phase EXE, synthèse et DOE.</p>	<p>Le Titulaire doit permettre la réalisation de l'usage BIM par la contribution suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structuration et découpage des modèles/maquettes selon la convention BIM et compatible avec l'extraction des quantités à partir de ces modèles/maquettes - Respect des règles de nommage et de classification selon la convention BIM. - Paramétrage et édition des extractions pour les différents besoins du projet. 	X	
Planification 4D	<p>Processus permettant de visualiser le phasage chantier / PIC... de manière bimensuel</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Intégration et renseignement des paramètres 4D - Codification conforme aux préconisations de la convention BIM d'exécution. 	X	

Assurer la compatibilité avec le process de gestion interne du CHU de Clermont-Ferrand	La base de données issue de la maquette numérique DOE est utilisée pour donner, au gestionnaire, une vision précise du parc administré. Cette base de données peut également être utilisée pour alimenter un outil de GMAO.	S'il est fourni par le CHU de Clermont-Ferrand des tables de correspondance : - Intégration des codifications et références nécessaires.	X	
Interopérabilité et emploi des modèles pour les études/calculs (énergétique, FLJ, structure...)	Processus par lequel les maquettes peuvent et doivent (quand le logiciel le permet) être utilisés dans la réalisation des calculs techniques. L'importation des maquettes dans les logiciels métier évite ainsi les ressaisies et tous les impacts négatifs associés aux ingénieurs/techniciens.	- Installations des plugins associés à chaque logiciel métier. - Réalisation de modèle analytique pour le calcul. - Retranscription des résultats des calculs par le biais de la 3D		X

Préparation et réalisation du DOE	<p>Processus par lequel le DOE (Dossier des Ouvrages Exécutés) est produit à partir des maquettes numériques et diffusés à la MOA.</p> <p>Ce processus s'appuie sur la consolidation des maquettes et peut être anticipé par l'intégration de données au cours de la réalisation des modèles d'exécution.</p>	<p>Le Titulaire doit permettre la réalisation de l'usage BIM par la contribution suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Constitution et livraison d'une maquette numérique des ouvrages exécutés ; - Fournir les données et informations relatives aux ouvrages et équipements tels que construits. 	X	
Gestion des OPR	<p>Processus par lequel les OPR (Opérations Préalables à la Réception) sont effectuées en s'appuyant sur les maquettes numériques de l'ouvrage pour formaliser, suivre et lever les réserves en vue de la réception de l'ouvrage par le MOA.</p>	<p>Le Titulaire doit permettre la réalisation de l'usage BIM par la contribution suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le Titulaire fournit une maquette numérique des ouvrages de son propre marché tels que construits, selon les modalités définies dans la convention BIM d'exécution. - Le Titulaire contribue aux revues de maquette préalables aux OPR. - Le Titulaire alimente le système qu'il aura mis en place. - Le Titulaire s'appuie sur la maquette numérique dans le cadre des réceptions de supports et des mises à disposition des parties d'ouvrages (revue des écarts, gestion des réserves, suivi de l'avancement). 		X
Piloter la production documentaire	<p>Utilisation d'une plateforme collaborative pour la centralisation et l'échange des informations.</p>	<p>La plateforme collaborative mise en place par la MOE et la MOA devra être utilisée pour centraliser tous les fichiers, la documentation et le suivi du projet.</p>	X	

Ces objectifs et cas d'usages BIM devront être mis en œuvre par les entreprises, sous la direction du BIM Manager d'exécution. Des adaptations pourront être proposées et définies par le BIM Manager dans la convention BIM d'exécution et devront tenir compte de la stratégie globale et des compétences des intervenants de l'opération. Ces cas d'usages seront définis par ordre de priorité « haute », « moyen » ou « bas » et associé à une ou plusieurs des entreprises désignées.



8 RAPPEL SUR LES NIVEAUX DE DÉTAILS

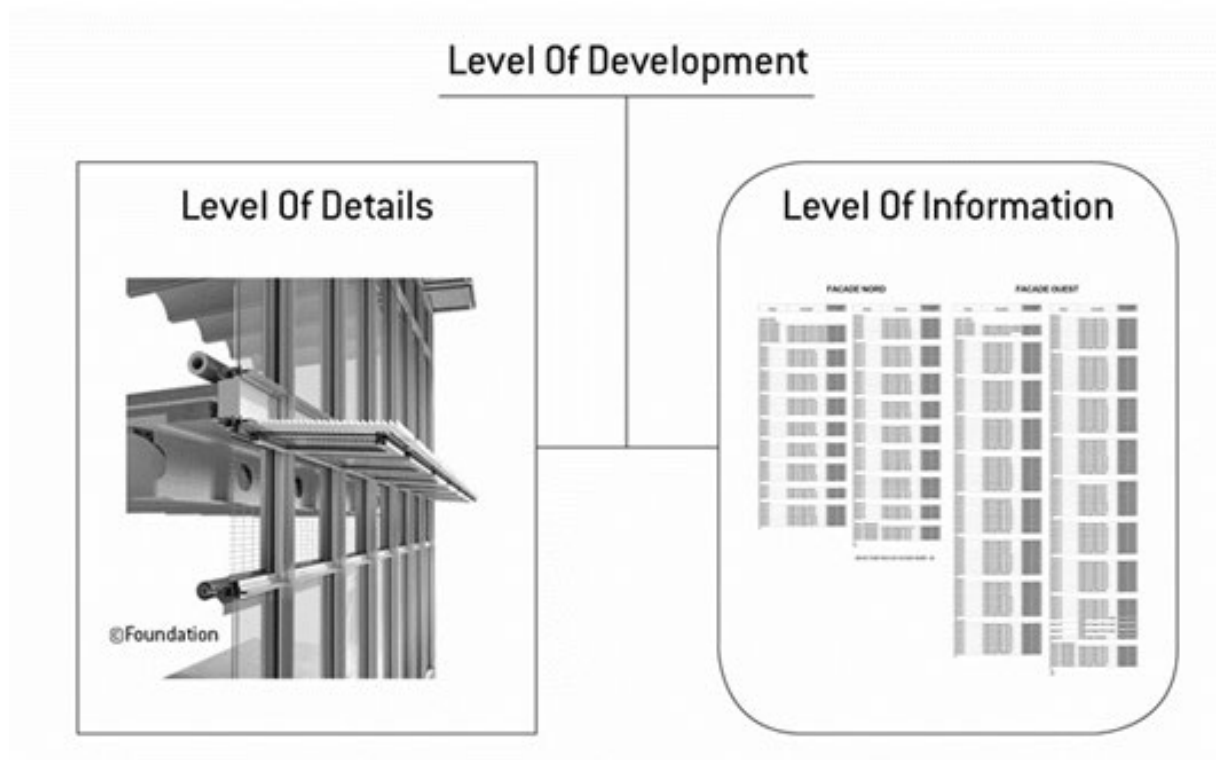
8.1 Rappel sur les LOD (Level of détail)

La modélisation des maquettes numériques est régie par le Niveau de Développement (ND), appelés LOD en Anglais (Levels Of Development) (AIA202-2013 Building Information Modeling Protocol Form1 and is organized by CSI Uniformat).

Sur l'opération de réalisation du bâtiment Gabriel Montpied 3 dit «GM3» et le désamiantage et restructuration du bâtiment HC, le BIM Manager d'exécution spécifiera le niveau de LOD attendu pour chaque phase de projet (EXE et DOE) en fonction des attentes du CHU de Clermont-Ferrand et de son AMO BIM.

Le Level Of Development (LOD) est composé du niveau de détail géométrique des éléments (Level Of Géométrie) et du niveau d'information (Level Of Information) associé aux différents éléments géométriques et volumes d'espaces / pièces / locaux composant la maquette numérique.

8.2 Composition des niveaux de détail (ND) ou du Level of Development (LOD)



	SYNTEC Ingénierie		AIA & BIMForum
ND2	Avant-projet sommaire permis de construire - Modélisation des Zones techniques, Réseaux primaires et Équipements	LOD 200	Les éléments du modèle sont représentés graphiquement par une forme simple (encombrement)



	- Permet d'avoir les informations nécessaires au dépôt du permis de construire		Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations des éléments peuvent être approximatives.
ND3	<p>Avant-projet détaillé / présynthèse / PRO / DCE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coordination inter-disciplines - Permet l'établissement de quantitatifs, estimation financière (préparation des marchés de travaux), présentation exhaustive et détaillée de l'ensemble des prestations (attribution par corps d'état des ouvrages qui composent le bâtiment) 	LOD 300	<p>Les éléments du modèle sont représentés graphiquement de manière non détaillée, mais permettant de reconnaître / différencier les éléments.</p> <p>Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.</p>
ND4	<p>Synthèse étude d'exécution / construction</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modélisations des ouvrages à exécuter - Intègre les caractéristiques des éléments retenus dans les marchés d'entreprises (apport des documents d'exécution, d'usine, de fabrication, d'atelier et l'établissement des commandes et de la méthodologie d'exécution) 	LOD 350	<p>Les éléments du modèle sont représentés graphiquement de manière réaliste.</p> <p>Les dimensions, quantités, formes, positions et orientations sont spécifiques aux éléments.</p> <p>Les éléments interagissent avec les autres éléments.</p>
ND 5	<p>DOE : Dossier des ouvrages exécutés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modèle virtuel = ouvrage exécuté - Les informations des dossiers des ouvrages exécutés (DOE), sont contenues dans les attributs d'objets et/ou associées aux objets par des liens documentaires (URL, GED...) - Des informations de maintenance sont prédéfinies, voire pré-renseignées dans les attributs 	LOD 400	<p>Idem LOD 350, mais complétées par des informations sur le détail, la fabrication, l'assemblage et l'installation des éléments.</p>

Ce rappel général montre, à titre indicatif, que le projet vise le niveau LOD 350 en phase EXE et 400 en phase DOE (ajout des données permettant la maintenance/exploitation du bâtiment). Les niveaux de détails souhaités sont explicités dans l'annexe 3 (Tableau des niveaux de développement) et l'annexe 6 (Standard LOD BIM Forum) au CCTP.

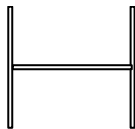

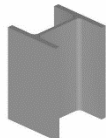
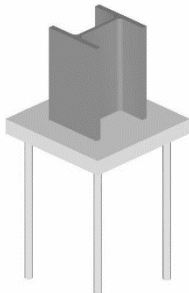
Le contenu du tableau des LOD spécifique au projet sera détaillé dans la convention BIM d'exécution rédigée par la BIM Manager d'exécution pour l'ensemble de la phase EXE/DOE et sera validé au préalable par le CHU de Clermont-Ferrand et son AMO BIM (BIM in Motion).

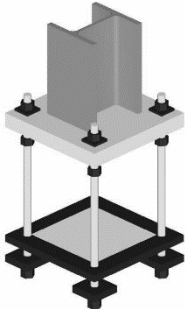


8.3 Niveaux de détails géométriques et optimisation de la modélisation 3D

La gestion des niveaux de détails géométriques est la condition indispensable pour garantir une large interopérabilité des maquettes numériques et des poids de fichiers adaptés.

Chaque discipline/lot adaptera donc sa gestion des niveaux de détail des familles d'objets géométriques en fonction de l'usage de la maquette numérique (simulation, coordination, synthèse, gestion, maintenance, préfabrication...).

LOG – Level of géométrie	Commentaires	Exemple de représentation
2D	Aucune information dimensionnelle en volume	
LOD 100	Représentation 3D en volumétrie simplifiée	
LOD 200	Représentation 3D simplifiée	
LOD 300 à 350	Représentation 3D permettant de reconnaître l'élément et ses caractéristiques principales	

<p>LOD 350 à 400</p>	<p>Représentation 3D réaliste et détaillée permettant de comprendre sa mise en œuvre.</p>	
----------------------	---	---

Lorsque qu'un élément est modélisé en 3D, il est recommandé de travailler les familles d'objets selon, deux ou trois niveaux de détails : faible / moyen / élevé. De cette manière il sera possible de redescendre vers un niveau de détail plus léger tout en gardant en mémoire les niveaux de détails plus élevés.

Aller au-delà d'un LOG 300 en 3D est inutile en exploitation, car cela empêche la maquette d'être ouverte sur certains ordinateurs. Une représentation très / trop détaillée de certains objets (pare soleils ou formes courbes par exemple qui comportent un grand nombre d'éléments) alourdit considérablement la taille des fichiers.

Concernant les formes courbes (notamment quand celles-ci sont répétitives, exemple : clôtures ou garde-corps) il sera recommandé de les gérer par facettes afin d'alléger le poids des exports IFC ou autres formats graphiques.

En revanche, lorsque la maquette numérique BIM est utilisée pour la préfabrication de certains éléments, ces derniers doivent intégrer davantage de détails géométriques. Ces détails géométriques seront intégrés dans un sous-projet ou une maquette spécifique.

Les référents BIM choisiront, sous la direction du BIM Manager d'exécution, le niveau de détail qui présente le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et son poids.

8.4 Niveau de détail pour la phase EXE : LOD 350

Le niveau de détail attendu en phase EXE pour les différents corps d'État, est le LOD 300 à 350. Néanmoins, il est dérogeable partiellement ou ponctuellement après accord du maître d'ouvrage et de son AMO BIM.

Les points essentiels sont indiqués ci-dessous, en fonction de lots particuliers :

8.4.1 Lot Gros-Œuvre, structure :

- Il faudra préciser la présence des joints de dilatation.
- L'encombrement des isolants sous dalles et poutres devra être indiqué, afin d'être pris en compte dans la synthèse et ne pas compromettre les hauteurs libres définies au programme.
- Les murs extérieurs et ceux délimitant les trémies d'escalier et d'ascenseur doivent être modélisés de niveau à niveau et être facilement repérable/isolable.
- Les escaliers (intérieurs et extérieurs) doivent être modélisés.
- Il est demandé de modéliser les sols structurels jusqu'au nu des porteurs verticaux. Les poteaux doivent être modélisés de niveau à niveau.
- Les réservations pour les gaines, canalisations et chemins de câbles devront être représentées et coordonnées au travers de la mission de synthèse.

8.4.2 Corps d'état techniques :

- L'épaisseur des isolants des réseaux, des clapets coupe-feu, le cheminement de la maintenance légère et lourde, les représentations légères des vannes, points d'accès et purges, devront être indiqués pour être pris en compte dans la mission de synthèse.
- La réserve disponible dans les chemins de câbles et tableaux électriques doit être indiquée dans les attributs.
- Les types de systèmes devront être présents dans le modèle.

8.4.3 Lots architecturaux :

- Ceux-ci seront modélisés dans une maquette spécifique. Plusieurs maquettes de corps d'état architecturaux pourront être produites en fonction de la décomposition des macro-lots/lots CEA et CES. Ces maquettes comprendront les faux plafonds, cloisons, revêtements de murs et de sols, afin de représenter la délimitation des pièces, définir les niveaux au nu fini, et servir de support aux équipements techniques. Les éléments des CEA devront contenir les caractéristiques et finitions propres à chaque objet.

8.4.4 Lot VRD et extérieurs

- Il est demandé de modéliser les espaces verts et extérieurs ainsi que les équipements VRD, les réseaux enterrés, et les composants de récupération EP/EU/, etc.



8.5 Niveau de détail pour la phase DOE

Les maquettes numériques du DOE devront respecter le LOD 350 à 400.

Un certain nombre d'éléments impliquent une mise à jour et un contrôle continu, dès la phase EXE, pour éviter une reprise trop lourde lors de la phase DOE. Pour le bon déroulement de l'opération, les entreprises devront anticiper et étudier ce type de sujet au plus tôt.

Par ailleurs, en vue de l'utilisation de la maquette numérique de l'ouvrage comme support de l'exploitation et de la maintenance, un certain nombre de critères doivent être pris en compte lors de la modélisation des maquettes :

- Les entités de pièce doivent être présentes et renseignées dans une maquette architecturale simplifiée ou une maquette de pièces spécifique.
- Dans Revit®, le point de calcul de pièces doit être présent et activé pour tous les équipements techniques modélisés.
- Des requêtes de surfaces et autre quantitatifs (nombre, volumes...) par local ou par niveau doivent être possibles pour tous les éléments modélisés, ce qui implique une modélisation spécifique avec un découpage par pièce.
- Pour optimiser la maintenance des réseaux techniques de l'ensemble du bâtiment, il est nécessaire, d'une part, de raccorder tous les réseaux entre eux et, d'autre part, de bien affecter le type et le code de ces systèmes.
- De même, la notion d'espace ou de zone est à intégrer dans les maquettes techniques (notamment CVC et désenfumage) pour comprendre les zones traitées et/ou desservies par les équipements et les réseaux techniques, et pour éventuellement les repérer grâce à ces zones.

9 PRINCIPES DE MODÉLISATION

La définition de la stratégie de modélisation sera à détaillée dans la convention BIM d'exécution qui sera élaborée par le BIM Manager d'exécution.

À titre indicatif et non exhaustif, les contributeurs devront respecter les règles suivantes dans leurs maquettes :

9.1 Principes généraux

9.1.1 Modélisation géométrique

Sauf mention contraire, la forme des ouvrages, équipements et espaces contenus dans la maquette numérique a une représentation 3D.

Il revient aux entreprises et au BIM Manager d'exécution de choisir le modèle qui présente le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et son poids. Le cahier des charges donne un niveau de détails minimum. Le niveau de détails maximum est fixé par les besoins techniques en phase de chantier (à déterminer par les titulaires du marché).

Les maquettes numériques transmises au Maître d'Ouvrage ne devront pas dépasser 300 Mo dans la mesure où des maquettes architecturales, réseaux et structures sont transmises séparément. Si les 300 Mo sont dépassés, le projet devra être découpé en sous-maquettes selon une logique définie par le BIM Manager d'exécution.



9.1.2 Catégorie/Famille appropriées

Les éléments de la maquette doivent être créés en utilisant les outils appropriés (outil mur, outil sol, outil poteau...). **Il ne faut pas détourner l'usage d'un outil en modélisant par exemple un poteau avec l'outil mur ou une fenêtre avec l'outil « mur rideau » (sauf cas particulier).**

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 la création de familles et dans ce cas, il faudra définir "la catégorie" de l'élément correctement.

Dans le processus de création de famille, il est préconisé de ne pas intégrer les matériaux directement dans les familles, mais dans le projet.

9.1.3 Respecter la structuration par sous-projets

Chaque objet doit être spécifiquement affecté à un sous-projet, qui correspond généralement à un lot ou une discipline, afin de respecter la structuration de la maquette.

Par exemple, les murs doivent si possible être séparés par systèmes ou sous-projets : structure, finitions intérieures, complexe de façade et si besoin, remplissage/isolation. Cette distinction doit être particulièrement gérée dans le cas de matériaux multicouches.

9.1.4 Modélisation par étage

Les éléments du bâtiment doivent être modélisés séparément pour chaque étage, compris les éléments structurels verticaux (murs, cloisons, poteaux...).

Les réseaux CET, 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.

9.1.5 Validation & nommage des familles

Avant toute utilisation, une famille d'objet devra d'abord être validée par le référent BIM de la discipline ou du lot concerné. Le référent BIM pourra se rapprocher du BIM Manager d'exécution en cas de question, notamment en ce qui concerne l'intégration des paramètres partagés liés à cette famille.

9.1.6 Interopérabilité

L'interopérabilité est la capacité à échanger des données entre des logiciels sans altérations ou perte de toute ou partie des données échangées.

D'une manière générale, les entreprises (y compris ses sous-traitants) privilégieront des outils BIM qui leur permettront de collaborer d'une manière native directe et totalement interopérable sans aucun risque de corruption ou de perte de données. (Ex : Revit)

En cas d'impossibilité d'échange direct et de nécessité d'échanger à travers d'un format tiers, le format IFC est à privilégier. Une procédure d'export au format IFC2x3, à minima, doit être mise en place, afin de garantir que le fichier IFC exporté contient les données géométriques et les informations requises d'une manière strictement équivalente au modèle BIM original ayant servi de base à l'export IFC. Cette procédure doit inclure une étape de vérification visuelle du contenu du fichier IFC à l'aide d'une visionneuse IFC certifiée pour le format en question. Les informations et attributs attendus par le CHU de Clermont-Ferrand devront être regroupés dans des PSET IFC spécifiques, définis par la BIM Manager d'exécution.



9.1.7 Classe IFC

Le projet sera modélisé à l'aide des entités de construction disponibles dans les logiciels métier (murs, portes, fenêtres...) qui se traduiront par les classes IFC correspondantes.

Il est demandé d'utiliser les objets correspondant aux ouvrages dessinés. Ainsi, on utilisera l'outil dalle (IFCSlab) pour modéliser une dalle, l'outil mur (IFCWall) pour un mur et l'outil colonne (IFCColumn) pour des colonnes/poteaux, etc.

Cela induit, pour chacun des logiciels de modélisation, de correctement exporter la maquette numérique au format IFC. Dans le cadre d'IFC généré à destination du Maître d'Ouvrage, le MVD utilisé sera le suivant : IFC2x3 Coordination View 2.0.

9.1.8 Fichiers liés (Communs à tous intervenants)

Le BIM Manager mettra en place un fichier de coordination BIM contenant les quadrillages, niveaux partagés ainsi que les zones de définition utilisées par l'ensemble du groupement.

9.1.9 Vues

Les plans d'étage architecturaux doivent être référencés suivant les niveaux de sol finis.

9.2 Modélisation des éléments architecturaux et second œuvre

9.2.1 Mur non-structurel, parpaings, placoplâtre, mur en verre, construction et joint de dilatation verticale

- À modéliser tel que construit, de niveau fini ou structurel jusqu'au-dessous de l'élément auquel il est connecté,
- tous les murs doivent être correctement connectés pour éviter les espaces sans limites dans les zones définies par les limites de pièce,
- Les constructions verticales et les joints de dilatation doivent être modélisés avec leurs côtes extérieures,
- Pour des murs de nature différente qui seraient connectés, « interdire le joint » du réseau secondaire pour laisser propre la jonction des murs du réseau principal.
- Les murs rideaux doivent être modélisés précisément et leurs joints doivent être définis proprement,
- Les nomenclatures de mur doivent être prédéfinies afin de mettre en avant : les épaisseurs de mur, les matériaux, résistance au feu, les hauteurs, etc.
- Les contraintes supérieures des cloisons doivent être déconnectées sauf si celles-ci vont jusqu'en sous-face de dalle du niveau supérieur,
- Les murs de façade doivent avoir leur propre type. Afin de pouvoir les différencier avec les voiles intérieurs.

9.2.2 Poteaux



- Les poteaux porteurs doivent faire l'objet d'une découpe par étage. (niveau BRUT à niveau BRUT)

9.2.3 Sol fini, construction et joint horizontal de dilatation

- Les dalles doivent être créées séparément pour chacun des matériaux, niveaux et épaisseurs différents,
- Les sols finis doivent être associés aux niveaux de sols finis et les dalles structurales doivent être associées avec les niveaux bruts,
- Les constructions horizontales et les joints de dilatation doivent être modélisés avec leurs côtes extérieures,
- Les recharges doivent être modélisées dans des familles de dalle différentes

9.2.4 Plafonds

- Les plafonds doivent être créés séparément pour chacun de leurs matériaux, niveaux et épaisseurs,
- Chaque plafond appartient à son niveau spécifique. (Un plafond au niveau 2 ne pourra en aucun cas être référencé sur le niveau 1 par exemple)
- La localisation des joints de dilatation et les ouvertures doivent être indiquées et modélisées (Modification des limites du plafond),
- Les structures secondaires des faux plafonds (armatures) peuvent être signifiées en 2D ou dans des vues de détails spécifiques, mais ne sont pas modélisées en 3D sur l'ensemble de la maquette.

9.2.5 Toits

- Tous les toits doivent être modélisés avec l'outil sol s'il s'agit de toits à pente nulle ou toits plats (pente inférieure à 5%), dans les cas contraires avec l'outil classique,
- La partie béton est considérée comme "sol" et affectée au sous-projet "structure", la partie revêtement peut être modélisée en complément, en matériaux multicouches.

9.2.6 Portes

- Les portes doivent être localisées avec leurs dimensions nominales en intégrant les paramètres requis,
- Les assignations des portes et la direction de l'ouverture doivent être données en fonction des pièces sur lesquelles elles ouvrent,
- Les précadres doivent être contraints sur le niveau brut,
- La nature des mécanismes et dispositifs de fermetures doit être intégrée aux données liées aux portes concernées,
- Modèle générique 3D avec des détails en 2D,



- Les familles de portes chargées doivent être nommées en taille d'ouverture ou de vantail et non en ouverture structurelle,

9.2.7 Fenêtres

- Les fenêtres doivent être localisées avec des dimensions nominales incluant les paramètres requis,
- Les fenêtres doivent être placées à 0mm du niveau fini puis élevées depuis leur propre hauteur en utilisant le paramètre « hauteur de l'appui »,
- Les familles de fenêtres créées doivent contenir des éléments 2D qui apparaissent lorsque la fenêtre est coupée en vue de plan ou en coupe.

9.2.8 Ouvertures, pénétrations, réservations par catégories, ouvertures de cage

- Les ouvertures doivent être associées à un hôte,
- Les ouvertures de cage doivent être modélisées séparément avec des contraintes définies. Des lignes symboliques peuvent être ajoutées,
- Les recharges doivent être créées avec des étages séparés, les tranchées doivent être modélisées dans des dalles séparées avec des murs pour définir leurs limites, les niches sont modélisées avec des creux de murs et des extrusions par chemin.

9.2.9 Marches, escaliers, paliers, plateforme, escalators, tapis roulants, etc.

- Les escaliers sont modélisés en tant qu'escalier et non comme une succession de portions de dalles positionnées à des hauteurs,
- Les renforts béton de l'escalier doivent être modélisés de niveau brut à niveau brut et non de niveau de sol fini à niveau de sol fini.

9.2.10 Rampes, sols incurvés

- Dans les cas généraux, elles peuvent être modélisées avec des sols si les géométries sont peu complexes,
- Dans les cas contraires, il convient de modéliser les rampes suivant les sections de pente différentes avec l'outil « Rampe ».

9.2.11 Pièces

- Les pièces et les espaces sont définis sur les faces intérieures des éléments de limite,
- 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.),



- Pour des optimisations de performance, les calculs de volume sous Revit sont désactivés. Elle sera activée ponctuellement pour produire des nomenclatures utilisant ce paramètre, ou lors de représentation en vue de coupe des volumes de pièces dont les limites hautes ne seraient pas horizontales (Exemple : pour la prise en compte de volumes sous des paillasse d'escalier ou rampants de toiture),
- chaque pièce doit avoir un identifiant unique assigné à sa catégorie pour zone, niveau et usage en fonction des attentes du CHU de Clermont-Ferrand,
- tous les espaces ouverts doivent être fermés par des lignes de séparation de pièce,

9.3 Modélisation des éléments structuraux

9.3.1 Les Matériaux de structure béton

- Les dalles et les murs doivent être définis avec les mêmes matériaux structuraux pour pouvoir les attacher dans les coupes (attention aux matériaux et aux nommages).

9.3.2 Poteaux, Colonnes

- Modélisées à partir de niveau brut à niveau brut,
- Aucun de ces éléments ne doit franchir plusieurs niveaux,
- Générées par leurs dimensions structurelles extérieures.

9.3.3 Dalles, semelles

- Les sols appartiennent à un seul niveau, mentionné dans le code de niveau.
- Les sols 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.

9.3.4 Fondations (Pieux, Semelles ...)

- Modélisées à leur emplacement correct avec leurs dimensions structurelles extérieures,
- Divisées en éléments séparés et adaptées à la construction et aux joints de dilatation.

9.3.5 Ouverture (Pénétrations, réservations)

- Ne doivent pas être copiées d'une localisation à une autre, mais toujours créées comme nouvel élément,
- Les dimensions sont précisées à l'état « non fini »,
- **Les réservations doivent être créées comme des familles chargeables avec les formes nécessaires (rectangulaires, circulaires) et doivent être adaptées aux**



différentes implantations (ouvertures de dalles, de voiles, etc.) Elles doivent également avoir des paramètres partagés pour leurs dimensions et leur hauteur/altimétrie d'implantation (NGF).

- **Ces familles de réservations devront être validées avant leur utilisation, par la BIM Manager d'exécution et les principaux lots concernés (Structure et CET).**
- Note : l'outil « Ouverture » de Revit ne génère que des ouvertures rectangulaires. Il n'y a pas de limite de pièce dans cet élément si la hauteur est calculée. Ce type d'ouverture n'est pas affiché dans les familles du projet et ne doit donc pas être utilisé dans le projet.

9.3.6 Voiles

- Modélisés en continu tout le long de la façade (au moins jusqu'à un changement de plan de cette façade), niveau par niveau,
- Tous les voiles doivent être correctement joints pour éviter de générer des espaces hasardeux qui se reporteraient sur la géométrie des limites de pièce,
- Les constructions verticales et les joints de dilatation doivent être modélisés comme élément de mur avec ses dimensions extérieures comme zone de délimitation.

9.4 Modélisation des éléments CET

Il est indispensable que les dénominations soient structurées de la même manière pour satisfaire aux besoins suivants :

- Unicité des appellations des équipements dans les maquettes numériques (2 équipements ne doivent pas avoir le même nom),
- Homogénéité et 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),
- Homogénéité des structures d'appellation et de classification pour une gestion pérenne des bases de données interfacées avec les outils présents et futurs du CHU de Clermont-Ferrand,
- 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.

Par ailleurs, certains principes sont à respecter :



- Le nom des équipements, leur classification, les libellés d'attributs doivent être débarrassés des préfixes ou suffixes d'entreprise, a minima pour la phase DOE.
- Les composants techniques doivent être raccordés aux réseaux techniques (par exemple, notion de "systèmes" dans REVIT®) avec la bonne affectation du type et du code de ces systèmes. Le réseau ou système associé à l'objet est à renseigner dans les attributs. Sont concernés, à titre indicatif :
 - Réseau Eau Chaude Sanitaire
 - Réseau Eau Froide Sanitaire
 - Réseau Eau adoucie
 - Réseau Eaux Usées
 - Réseau Eaux Pluviales
 - Réseau Eau de Chauffage
 - Réseau Eau Glacée
 - Réseau Eau Incendie
 - Réseau de Ventilation Soufflage
 - Réseau de Ventilation Reprise
 - Réseau de Ventilation Extraction
 - Réseau de Ventilation Désenfumage
 - Réseau de Ventilation Désenfumage
 - Réseau de Fluides médicaux
 - Réseau Fluides Spéciaux
 - Réseau Énergie
 - Réseau de distribution électricité (normal, secours, ondulé, VDI, SSI...)
 - ...
- Si nécessaire, la notion de système est également à intégrer dans le cas de certains composants structurels, équipements de levage, automatismes, etc.
- Dans le cas de modélisation avec REVIT®, le point de calcul de pièces devra être activé et défini dans tout élément modélisé, de façon à pouvoir recenser les objets contenus dans chaque pièce.

9.5 Classification des objets et équipements

Le BIM Manager d'exécution pourra proposer une arborescence structurée des familles et types d'équipements pouvant être mise en correspondance, avec :

- Un système de classification reconnu (par exemple l'Unifomat II 2010 ou l'Unifomat IITM ASTM 2015, compris le 4e niveau présenté à titre d'exemple dans le document d'application de la norme).
- La décomposition des Macrolot/lots du marché

9.6 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
- Libellé dans la classification retenue
- GUID
- Identifiant GMAO (si besoin)
- Identifiant GTB/GTC (si besoin)
- Localisation
 - Site
 - Bâtiment
 - Niveau fonctionnel (étage)
 - Zone
 - 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 CVC
 - Puissances, débits, volumes...
- Caractéristiques Électriques
 - Puissances...
- Caractéristiques Hydrauliques Plomberie
 - Puissances, débits, volumes...
- 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
- Spécifications diverses (coloris, par exemple)

Le détail des attentes en termes d'information des maquettes sont explicité dans l'annexe 3 au CCTP (Tableau des niveaux de développement)



Les documents affectés aux objets des maquettes pourront être au choix lié via un URL ou désigné par un attribut reprenant les codes de cartouches des doucement. Les documents concernés sont :

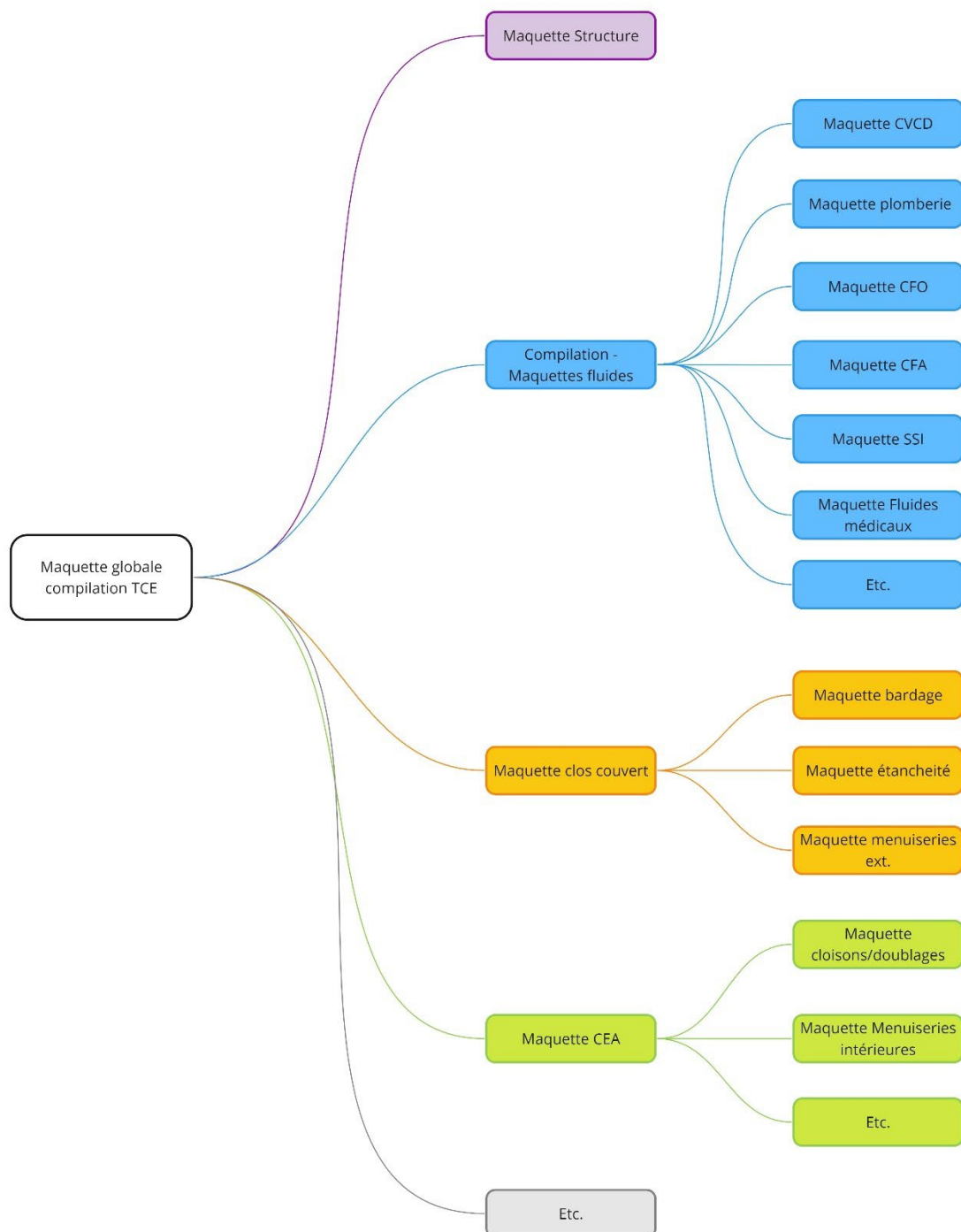
- Fiches-Certificats-Listes (Produit / Équipement)
- Synoptiques-Schémas-Repérages
- Plans-Coupes-Implantation
- Carnets de détail
- Notes de calcul
- PV-Tests-Autocontrôles
- Notices d'utilisation/Notices d'entretien
- Divers, par exemple dossier de fiches FDES, DIUO, ou en cas de documents multiples divers, par exemple)
- Etc.



10 ENVIRONNEMENT COLLABORATIF

10.1 Découpage des maquettes

Le découpage des maquettes devra suivre une logique de décomposition par lots. Voici pour exemple la logique de décomposition attendue :



Dans la convention BIM d'exécution et ses évolutions, le BIM Manager d'exécution précisera la responsabilité de fourniture des maquettes selon les disciplines et lots.



Pour chaque maquette, il sera précisé le type et la version du logiciel de modélisation utilisé. En ce qui concerne la version du logiciel Revit retenue à ce jour pour la phase EXE, elle sera à minima la version 2022 (ou supérieur si les entreprises le souhaitent).

Au regard des tailles des maquettes et de la pertinence pour la compréhension du projet, un zoning sera établi. Ce zoning permettra une uniformisation des formats d'impression des plans.

Dans tous les cas, la taille des fichiers ne devra pas excéder 300 Mo, pour faciliter leur transfert entre intervenants. Le cas échéant, un découpage supplémentaire pourra être exigé. Ce découpage sera piloté par le BIM Manager d'exécution qui contrôlera le poids des fichiers afin de garantir la facilité de manipulation de ceux-ci, au regard de la configuration générale des ordinateurs de chaque intervenant.

10.2 Fonctionnement en maquettes liées

Chaque référent BIM aura à sa charge la mise à disposition d'un environnement de travail conforme aux prescriptions formulées par le BIM Manager d'exécution et décrites dans la convention BIM d'exécution.

La bonne forme de cet environnement passe par la collaboration entre les maquettes, via la mise en liaison des autres modèles numériques à celle dont il a la charge, permettant ainsi la visualisation superposée des maquettes de chaque corps d'état.

Pour exemple, l'entreprise chargée de la maquette de structure mettra en lien les maquettes des autres intervenants (exemple : Maquettes CVCD, PLB, etc.) ainsi que toutes les autres maquettes dont elle aura besoin pour garantir une coordination spatiale des études d'exécution.

Ainsi, toutes modifications de l'une ou l'autre des maquettes n'impactent pas la production d'un autre lot, hormis celles liées aux problématiques rencontrées en synthèse.

Le dépôt d'une maquette sur la plateforme d'échange par un référent BIM d'un des membres du groupement d'entreprises vaut pour « maquette de référence ». Les autres intervenants seront donc invités à la télécharger pour qu'elle serve de maquette liée dans leur propre modèle numérique.

10.3 Arborescence des maquettes

Une arborescence spécifique à chaque discipline/lot (cohérente avec la convention BIM d'exécution, le nommage établi par les entreprises et le BIM Manager d'exécution pour les documents 2D) devra être mise en place avec la définition à minima des éléments suivants :

- Sous-projets
- Organisation des vues
- Création de gabarits spécifiques (au besoin)

À la création des maquettes, les référents BIM seront responsables de la mise en place de cette arborescence au sein de leurs maquettes respectives. Ils pourront être accompagnés par le BIM Manager d'exécution.



10.4 Nommage et nomenclature

10.4.1 Homogénéité des libellés

Chaque occurrence d'un même élément de la maquette devra être identifiée selon un libellé identique. Exemple : pour un espace de type sanitaires seule la dénomination « sanitaire » peut être utilisée et pas « Sanitaire », « sanitaires », ni « sanitary ».

10.4.2 Respect des dénominations programmatiques

Chaque occurrence devra respecter le libellé donné par le CHU de Clermont-Ferrand dans son programme.

10.5 Classification des objets

Il est demandé de classer tous les éléments des maquettes numériques en utilisant une classification standardisée.

Pour les utilisateurs de Revit, il est conseillé d'utiliser des outils tels que « Classification Manager », disponible directement dans Revit, afin de faciliter l'intégration de ces codes de classification (exemple : Uniformat) dans les objets des maquettes numériques.

11 MOYENS LOGICIELS

Les logiciels utilisés doivent respecter l'interopérabilité de la démarche BIM.

Chaque contributeur BIM est libre de travailler sur les outils informatiques qui lui sont habituels, tant que ceux-ci sont compatibles avec le format OpenBIM IFC.

Tous les logiciels choisis devront être capables de fournir et de recevoir des données 2D et 3D orientées objets, et devront donc permettre d'intégrer des attributs (ou paramètres) sur les objets.

Le BIM Manager d'exécution devra s'assurer de l'interopérabilité des différents logiciels et proposera, dans sa convention BIM, les méthodologies de transfert de fichiers, afin de garantir la bonne collaboration entre les différents intervenants.

Dans la suite de ce cahier des charges, des préconisations concernant l'utilisation du logiciel REVIT® sont présentes. Elles sont mentionnées à titre d'information, le logiciel REVIT® n'est pas imposé.

En ce qui concerne le format IFC, des tests devront être effectués par les entreprises en relation avec le BIM Manager d'exécution afin d'anticiper les potentiels problèmes d'exports.

Si le logiciel Revit est utilisé par plusieurs intervenants, alors tous les postes informatiques de ces utilisateurs doivent être équipés de la même version de REVIT (à minima 2022 ou version plus récente).

Une mise à jour annuelle de la version du logiciel pourra être prévue, sur demande du BIM Manager, de façon prévisionnelle, en évitant les changements de version lors des périodes de pics de productions. L'objectif étant de conserver le projet dans une configuration de la version la plus récente du logiciel.



12 RECOMMANDATIONS MATÉRIELLES

12.1 Station informatique de production

Nous recommandons une configuration minimale pour la production des modèles sous Revit :

- CPU : I7 QuadCore ou supérieur
- GPU : 3,5 GHz de mémoire vive (6Go minimum) compatible DX11 ou 12
- RAM : 24 go minimum, la fréquence importe peu (32 Go de RAM recommandés dans le cadre du projet du CHU de Clermont-Ferrand)
- HDD : SSD 250 Go ou 500 Go / HDD 1To classique pour le stockage

12.2 Station informatique de consultation

- CPU : I5 QuadCore, la fréquence importe peu.
- RAM : 16 go minimum, la fréquence importe peu.

12.3 Système d'exploitation

- Système d'exploitation Windows 7, 8.1 ou 10 Professionnel (64 bits)

Ces configurations pourront être amendées par la BIM Manager d'exécution dans le cadre de la convention BIM, en fonction des renseignements sur les moyens matériels à disposition chez les intervenants participant à la production des maquettes.

13 PLANS ET DOCUMENTS GRAPHIQUES 2D

De façon générale, le type et la nature des entités et informations présentes dans la maquette numérique devront au minimum correspondre aux informations présentes de façon traditionnelle dans les documents graphiques 2D (plans, coupes, façades) aux différentes phases du projet. (EXE / SYNTHÈSE / DOE)

Par exemple : les portes, sanitaires, 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 étaient dessinés en 2D (dans un process standard).

Il est demandé que les livrables 2D, qui restent les documents contractuels de l'opération, soient constitués d'extractions directes 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 (nom de fichier, indice, ...).

14 CONVENTION BIM D'EXÉCUTION

Le Convention BIM d'exécution doit être remise avant le démarrage de la phase exécution, afin d'être validée par le CHU de Clermont-Ferrand et son AMO BIM. Elle sera ensuite mise à jour, lors de la phase EXE, en fonction des potentiels ajustements qui seront nécessaires. La convention BIM d'exécution doit décrire l'organisation et le process BIM des entreprises. C'est un document contractuel qui permet de fixer les rôles et les tâches des intervenants BIM. À ce titre, la convention BIM devra traiter, à minima, des thématiques suivantes :



- **Description du projet**

- Données programmatiques,
- Spécificités du projet ayant un impact sur le process BIM,
- Planning et jalon BIM,

- **Acteurs du projet**

- Organigramme,
- Identification des rôles et des tâches BIM, notamment du BIM Manager et des référents BIM de chaque entité et autres contributeurs,

- **Objectifs BIM et cas d'usage**

- Rappel des objectifs BIM du Maître d'Ouvrage et description des cas d'usage visant à y répondre,
- Les besoins de chaque acteur sur la maquette numérique, dans le cadre de son utilisation métier. Par exemple, quels niveaux de LOD et de LOI sont requis (préciser notamment les usages métiers qui seront réalisés à partir de la maquette numérique),

- **Interopérabilité des logiciels**

- Définir les logiciels utilisés par chaque lot (nom, version, etc.),
- Définir les formats d'échange (natif, IFC, etc.), et les versions des normes et outils qui seront utilisés,

- **Modélisation et coordination**

- Géoréférencement des maquettes,
- Repérage géographique utilisé par le CHU de Clermont-Ferrand,
- Méthodologie de production et de modélisation,
- Définition des niveaux de développement attendus pour chaque phase,
- Méthodes de coordination des acteurs,
- Nomenclatures et classification des objets,
- Paramètres métiers intégrés aux objets,
- Procédure et fréquence de publication sur la plateforme collaborative,

- **Charte graphique : par le BIM Manager d'exécution avec validation du Maître d'Ouvrage :**

- Les cartouches et leur contenu par phase de projet,
- Codification,
- Nommage des fichiers,
- Etc.

- **Moyens techniques**

- Décrire l'organisation et les moyens informatiques mis en place afin de garantir la pérennité et la fiabilité de la maquette dans le temps (stockage, sauvegarde, traçabilité : infrastructure technique),
- Traçabilité : décrire spécifiquement les procédures mises en place pour s'assurer de la traçabilité des différentes versions des maquettes et des modifications apportées par les différents intervenants du titulaire,



- **Décrire l'évolution de la maquette à chaque phase en intégrant :**
 - Description des étapes de validation de la mission de synthèse,
 - Définition des livrables pour chaque phase (EXE / SYNTHÈSE / DOE),
- **Définir la méthodologie qualité :**
 - Description et fréquence des revues de projet et des revues BIM,
 - La nature et la fréquence des audits qualités / contrôles faites par la BIM Manager d'exécution,
- **Annexes de la convention BIM demandées à minima :**
 - Fiche contacts des intervenants,
 - Matrice de responsabilité BIM validée,
 - Modèle de fiche audit des maquettes,
 - Tableau de codification des maquettes et documents,
 - Tableau des niveaux de détails géométriques et informationnels (LOD/LOI),
 - Un tableau des niveaux NGF communément admis comme référence par l'ensemble des entreprises. Ce tableau devra être classé par discipline afin de dissocier les niveaux finis et le niveau bruts pris en compte par la structure
 - Tableau de la liste des maquettes regroupant le nom des modèles pour chaque discipline,
 - Un tableau des zones de définition et du découpage des modèles sur chaque bâtiment. (Utile dans la lecture du découpage/compilation des maquettes et pour la phase de synthèse),
 - Une note de fonctionnement de la synthèse BIM (à établir avec les intervenants responsables de la mission de synthèse),
 - Une note sur la procédure d'export IFC,
 - Rappel de la note de tolérance de recollement des DOE,
 - Une note de fonctionnement de la plateforme collaborative mise en place (Kairnial),

15 MÉTHODOLOGIE DE PRODUCTION EN PHASE EXE

15.1 Stratégie de modélisation

15.1.1 Géoréférencement

Le géo-référencement de la maquette défini lors de la phase de conception devra être respecté au démarrage de la phase EXE. Son origine est un point remarquable du site positionné et établi lors de la phase de conception.

Cette origine est référencée suivant les relevés de géomètre (point topographique). Ce point doit être exact et identique pour l'ensemble des maquettes numériques de chaque lot.

Le fichier de coordination produit par le BIM Manager d'exécution intégrera le point d'origine du projet (« point Topographique » et « point projet »), les niveaux finis des bâtiments, les quadrillages du projet, le découpage par zone (zones de définition).



Les maquettes numériques livrées aux formats natif et IFC devront toujours pouvoir s'insérer correctement dans une compilation avec un mode de compilation uniformisé ("Point de base projet vers point de base projet").

En complément, la localisation du projet (et donc des bâtiments) sera renseignée au niveau du site à savoir :

- Adresse postale
- Référence cadastrale (pour chaque bâtiment)

15.2 Unités

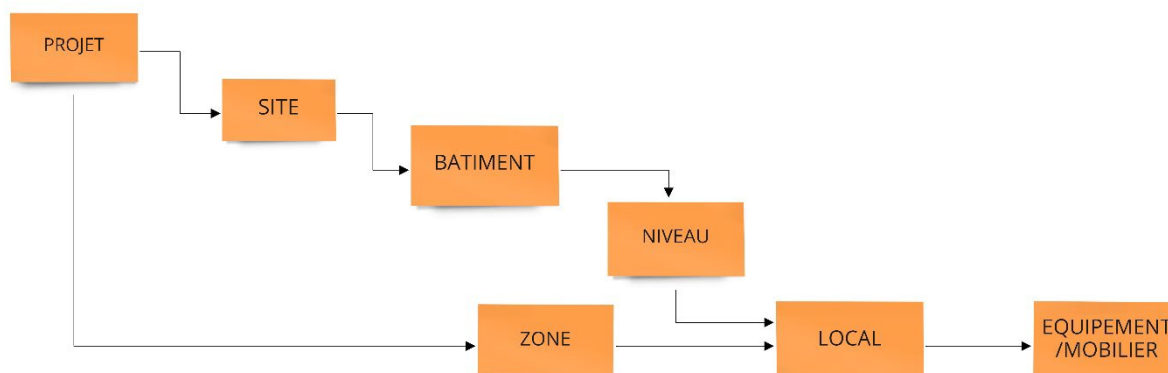
Les unités doivent être exprimées dans le système métrique :

Unités	Nbr de décimales	Symbole
Mètres (CEA, structure, CET, etc.)	00.000	M, mm
Mètres carrés	00.00	M ²
Mètres cubes	00.00	M ³
Degrés décimaux	00.000	°
Pourcentage	00.0	%

15.3 Arborescence spatiale des IFC

Le projet est organisé selon une arborescence spatiale respectant le format IFC :

Les niveaux correspondent aux différentes altimétries des faces supérieures des planchers du bâtiment.



15.4 Codification des espaces et zones

La codification des espaces et pièces devra suivre la recommandation liée au programme de l'opération du CHU de Clermont-Ferrand ainsi que la logique déjà en vigueur sur le début de la phase de conception du projet.

16 STRATÉGIE DE COLLABORATION

16.1 Mise à disposition des fichiers de démarrage

Les documents marché intégreront les maquettes BIM de conception des corps d'état architecturaux/clos & couvert, des corps d'état technique (CET) et de Structure. **Ces maquettes ne sont fournies qu'à titre d'information.**

Dans un souci de continuité numérique du process BIM, ces maquettes pourront servir de base au démarrage des études d'exécution produites par les entreprises, désignées par le CHU de Clermont-Ferrand. **Cependant, la réutilisation de ces maquettes n'engage en aucun cas la responsabilité de la MOE ni de la MOA.**

Au début de la phase d'exécution, le BIM Manager d'exécution mettra ces maquettes de référence (issues des maquettes « marché ») à disposition de toutes les entreprises.

Ces maquettes seront configurées de telle sorte à fournir un environnement de démarrage conforme à la convention BIM d'exécution dès le commencement de la phase d'exécution. Il s'agira notamment de procéder au redécoupage des différentes maquettes en fonction des macro-lots/lots définis au marché.

En fonction de leur organisation interne, les entreprises pourront repartir de ces maquettes ou repartir de gabarits propres à leur société, pour produire leurs maquettes BIM d'exécutions. Cependant, les éléments tels que le cartouche, la page d'accueil et d'autres éléments communs devront suivre l'uniformisation mise en place par la BIM Manager d'exécution.

16.2 Plateforme collaborative

La MOE et la MOA mettent à disposition de tous les intervenants une plateforme commune qui leur permet de déposer/télécharger les fichiers de maquettes, pièces écrites et pièces graphiques et de télécharger les fichiers des autres intervenants. Il s'agit de la plateforme Kairnial.

Cette plateforme sera administrée sur la phase EXE/DOE par le BIM Manager d'exécution. Il créera les comptes d'accès nécessaire à chaque intervenant. Chaque intervenant aura accès à l'ensemble des dossiers du projet auquel il participe et qui seront présents sur la plateforme. Des droits d'accès spécifiques seront mis en place afin de garantir la sécurité des données et les erreurs de manipulations (droit de lecture, écriture, etc.)

Le groupement d'entreprises et les différents contributeurs BIM, compris la cellule synthèse, devront utiliser ce système, mis à disposition et utilisé par l'ensemble des intervenants de l'opération (Maîtrise d'œuvre, entreprises, synthèse, bureau de contrôle, CSPS, OPC...) pendant toute la durée du chantier.

La convention BIM d'exécution établie par le BIM Manager d'exécution comportera un chapitre spécifique à l'utilisation de cette plateforme collaborative : utilisateurs, droits, processus, configuration matérielle requise... ainsi qu'une note de fonctionnement de la plateforme (annexée à la convention BIM d'exécution).



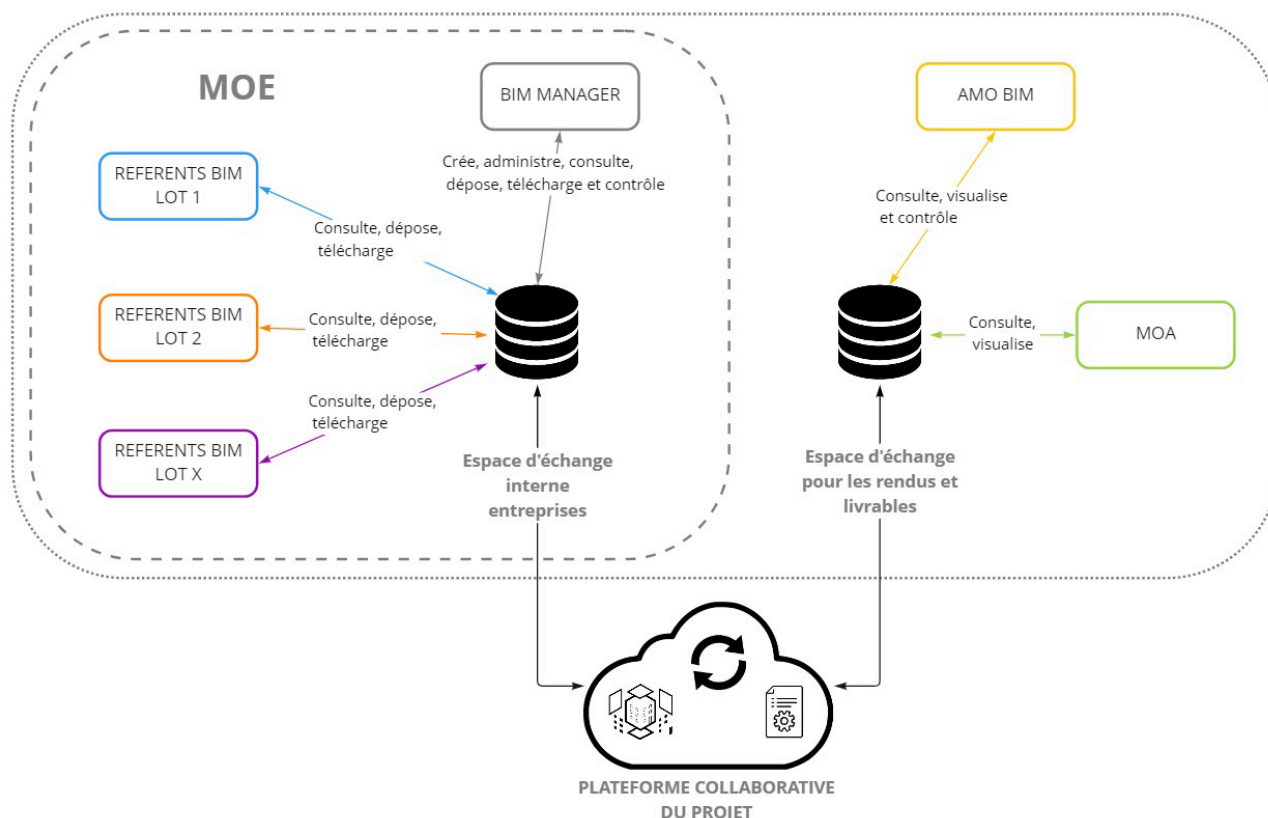
16.2.1 Objectifs de l'outil

Les objectifs de la plateforme mise en place sont les suivants :

- 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 permet 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 un Viewer en ligne (si nécessaire)
 - Gestion et validation des VISA
 - Etc. ...
- Communication : une messagerie intégrée permet 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, par nom de fichiers, 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.



Nota : Les données hébergées seront la propriété du CHU de Clermont-Ferrand en fin de travaux.



Le CHU de Clermont-Ferrand souhaite accéder, de manière simplifiée, à la maquette numérique et aux autres documents du projet pour en constater l'état d'avancement (rendus intermédiaires, réunions spécifiques). À cet effet, le BIM Manager d'exécution pourra créer deux espaces spécifiques au sein de la plateforme :

- Un espace de « travail interne » aux entreprises pour les échanges de pièces en cours de production (non-accessible à la MOA)
- Un espace de « rendus » pour les livrables intermédiaires (réunions) et rendus de fin de phase accessible à la MOE, la MOA et ses AMO.

Pendant les phases 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) dans l'espace de rendus. Ceci afin que l'AMO BIM puisse effectuer des audits des maquettes.

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

16.3 Intégrité des modèles BIM

16.3.1 Maintenance

Afin de garantir l'intégrité et la qualité des modèles BIM, les référents BIM et le BIM Manager d'exécution doivent mettre en place une procédure détaillant, tâche par tâche, les opérations quotidiennes et/ou hebdomadaires d'audit et de maintenance des modèles BIM.



16.3.2 Contrôle qualité

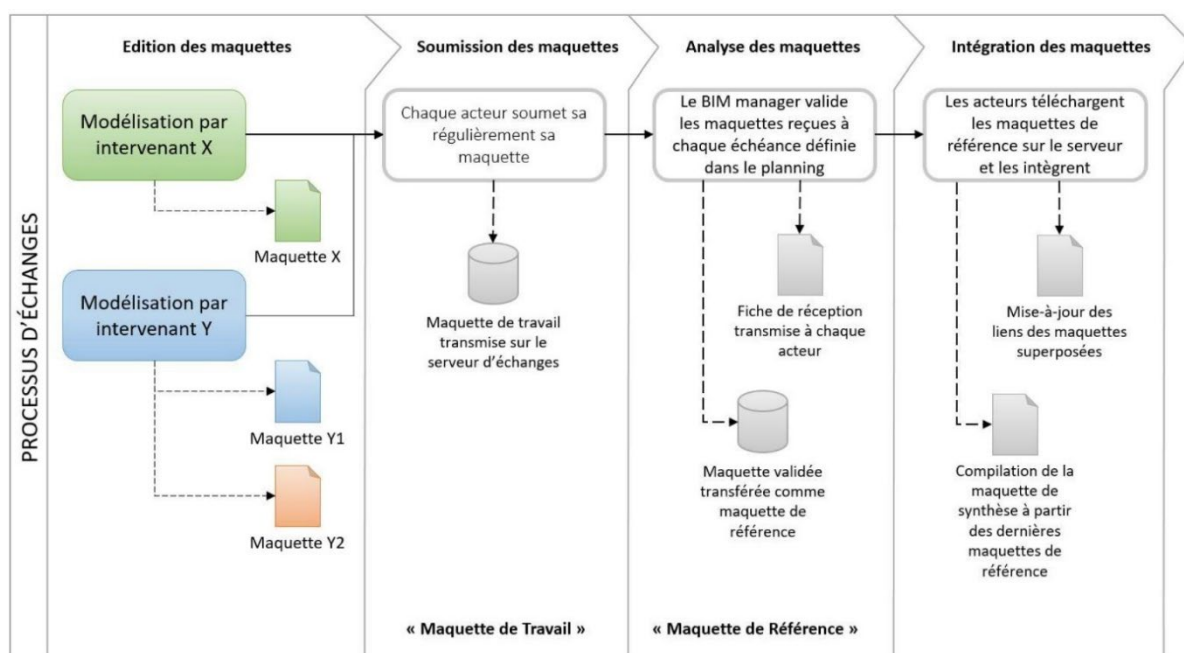
Un contrôle qualité des modèles BIM est indispensable et concerne tous les lots impliqués dans le projet. C'est au BIM Manager d'exécution de mettre en place une procédure de contrôle qualité, qui sera décrite dans la convention BIM d'exécution, afin de s'assurer que :

- Les modèles BIM sont correctement compilés et qu'ils ont été développés dans le respect des exigences décrites dans le cahier des charges BIM et la convention BIM d'exécution ;
- Le niveau de détails et d'information, ainsi que la convention de nommage exigée, sont atteints et sont correctement renseignés dans la maquette BIM ;
- Les changements sont documentés et communiqués.

16.3.3 Validation des maquettes

À chaque diffusion de leurs modèles, les intervenants du groupement doivent garantir la conformité de ceux-ci avec la convention BIM. Néanmoins, un contrôle de cette « maquette de 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 lot. Ces maquettes sont ensuite auditées, une fois par mois, par l'AMO BIM du CHU de Clermont-Ferrand, jusqu'à la livraison du DOE.

16.3.4 Schéma de validation des maquettes



16.3.5 Contrôle du respect de la convention BIM et des niveaux de LOD

Le BIM Manager d'exécution effectue un contrôle sur l'ensemble des éléments des maquettes de chaque corps d'état, incluant notamment :

- Respect du positionnement géographique de la maquette
- Respect des niveaux



- Respect des vues imposées (Zoning)
- Respect des champs des paramètres
- Respect des files (quadrillage)
- Respect des échelles utilisables (1/100e, 1/50e, 1/20e, 1/10e, ...)
- Respect de la codification des espaces.
- Respect des niveaux de LOD (géométrie et informations)
- Etc.

De plus, le BIM Manager interviendra sur les points suivants :

- Gérer les fichiers aux différents formats, retenus dans la convention BIM et reçus des différents corps d'états.
- Tenir à jour la liste des maquettes utilisées avec leurs indices. Il est néanmoins admis qu'il est à la charge de chaque référent BIM de chacune des entreprises de tenir à jour, par leurs propres moyens, les indices propres à leur modèle et d'en informer le BIM Manager.

Le BIM Manager ne vérifie en aucun cas :

- Les informations contenues dans les champs des paramètres de famille. L'information ou le manque d'information est de la responsabilité de l'entreprise. Chaque lot devant désigner un référent BIM qui se chargera de vérifier ces renseignements.

16.3.6 Engagement et respect du planning de modélisation Exécution

Les intervenants du projet dont la/les mission(s) concerne(nt) directement la production / la mise à jour / l'implémentation de données /..., du/des modèle(s) numérique(s), doivent respecter le planning de modélisation (intégré au planning général d'exécution) qui définit notamment les dates / périodicités de diffusion des maquettes.

Si la défaillance d'un contributeur BIM est susceptible de mettre en péril l'avancement du projet, le BIM Manager d'exécution prendra comme modèle de référence celui issu de la dernière maquette fournie par le lot concerné. Cette opération restera sous l'entière responsabilité de l'intervenant défaillant.

Il est également défini dans ce planning, les dates de diffusion de la maquette compilée, par le BIM Manager d'exécution, au Maître d'Ouvrage et à l'AMO BIM, selon le format précisé par ce dernier. À titre indicatif, cette diffusion pourra être exigée mensuellement.

16.3.7 Audit BIM de l'AMO BIM

Afin de vérifier la conformité des maquettes au présent CCTP et cahier des charges BIM d'exécution, l'AMO BIM procédera à des audits BIM des maquettes des entreprises selon un rythme mensuel. Ces audits seront conduits par échantillonnage sur des thématiques spécifiques. Les résultats de ces audits seront communiqués, au BIM Manager d'exécution ainsi qu'au CHU de Clermont-Ferrand sous forme de fiches de contrôles. Le BIM Manager d'exécution communiquera ensuite avec les différents lots (sous forme de réunions de revues BIM avec CR) afin de leur indiquer les actions correctives à effectuer.



16.3.8 Fréquence des contrôles

Échéance	Type de contrôle	Intervenant
1 ^{ère} publication	Contrôle de l'ensemble des maquettes	BIM Manager
Livrables intermédiaires internes à la MOE	Vérification préalable (suivant consigne du BIM Manager)	Référents BIM métiers
Dépôts mensuels	1/Vérification préalable (suivant consigne du BIM Manager)	Référents BIM métiers
	2/Contrôle de l'ensemble des maquettes	BIM Manager
	3/Audit BIM	AMO BIM
Evènements spécifiques	Selon les besoins	BIM Manager
Livrable de fin de phase	1/Vérification préalable (suivant consigne du BIM Manager)	Référents BIM métiers
	2/ Contrôle de l'ensemble des maquettes	BIM Manager
	3/Audit BIM	AMO BIM

16.3.9 Actions correctives

Les contrôles des maquettes, faits par le BIM Manager d'exécution, n'entraînent pas systématiquement une demande d'action en retour. Seules celles considérées comme bloquantes pour un intervenant (autre que celui pour lequel l'audit a été émis) devront faire l'objet d'une rectification de la part du contributeur du modèle, avec un délai déterminé par l'auditeur, suivant la priorité et/ou la gravité de la demande.

16.4 Les revues BIM organisées et pilotées par le BIM Manager

Outre la réunion d'initialisation qui a pour habitude de se tenir en début de phase EXE, afin de présenter la convention BIM d'exécution, les réunions de suivi BIM ont pour objectifs de :

- Faire le point sur l'état d'avancement de la modélisation,
- Rendre compte d'éventuelles perturbations rencontrées par les référents BIM de chaque lot/macro-lot.

La maquette numérique est le média principal de communication pour illustrer les points de non-conformité à la convention BIM.

Après chaque réunion, le BIM Manager est tenu de rédiger un compte-rendu détaillant les éventuelles décisions retenues. Ce compte-rendu sera diffusé à l'ensemble des intervenants (publié sur la plateforme collaborative) avec mise en copie du CHU de Clermont-Ferrand et de son AMO BIM.



17 PHASE DE SYNTHÈSE

Pendant la phase d'études d'exécution, les études de synthèse ont pour objet d'assurer la cohérence spatiale des éléments d'ouvrages de tous les corps d'état et plus particulièrement des réseaux et équipements terminaux dans le respect des dispositions architecturales, techniques, d'exploitation et de maintenance du projet.

Toutes les données graphiques échangées dans le cadre de la cellule de synthèse BIM seront issues de la maquette numérique d'exécution.

La mission de synthèse consiste à coordonner spatialement et à optimiser les différents lots du bâtiment à construire, afin de résoudre les problèmes d'implantations des réseaux et des équipements avant leur mise en œuvre sur le chantier.

Les conflits résultants entre les corps d'état peuvent être d'ordre géométrique, technique ou encore esthétique.

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. La recherche des solutions est collaborative et toutes les entreprises ainsi que la MOE y participent.

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

Chaque discipline a la responsabilité d'inclure, en 3D dans son modèle BIM, tout contenu susceptible d'impacter la coordination et la détection d'interférences. Ces modèles doivent être régulièrement échangés entre les différentes disciplines pour assurer la coordination 3D. De plus, chaque discipline modélisera son modèle BIM en intégrant, par liens, les modèles BIM des autres disciplines. Une procédure de coordination doit être établie et mentionnée dans la convention BIM d'exécution.

Une note spécifique d'organisation de la mission de synthèse BIM sera rédigée par le titulaire de la mission de synthèse avant le démarrage des études d'exécution et sera diffusée à l'ensemble des intervenants.

18 LIVRABLES

Les livrables en cours et en fin de phase seront obligatoirement extraits des maquettes numériques. (Nomenclatures, Ifc, pdf, etc.). Les formats sont les suivants :

- Documents : PDF, Docx, Jpeg
- Nomenclature : Excel
- Maquettes : Natif et IFC 2x3
- Navisworks : Dans le cadre de la mission de synthèse, il pourra être demandé aux entreprises d'exporter leurs maquettes respectives au format .nwd afin de permettre à la cellule de synthèse d'effectuer des détections de clash. Ce format pourra également être utilisé par le BIM Manager pour la mise en place de certaines compilations de maquettes.

- Fichiers de suivi des remarques géoréférencées : BCF
- Exports DWG (lors de la phase DOE)

La concordance entre le contenu de la maquette, les plans 2D issus des maquettes et les autres documents diffusés sont à la charge de chaque référent BIM.

Les livrables sont à déposer dans leur dossier dédié sur la plateforme collaborative.

Pour tout livrable requis, son contenu (compilation de vues & présentations) doit être mis en place dans le modèle BIM avant d'être exporté dans les différents formats demandés. En aucun cas le travail d'habillage et de présentation des dessins ne doit être coupé du modèle BIM et effectué dans un contexte externe à ce dernier.

Le degré de précision des livrables graphiques 2D extraits des maquettes devra être conforme aux prescriptions de la loi MOP selon les phases concernées.

18.1 Format

18.1.1 Natif

Chaque intervenant est tenu de remettre son modèle au format natif de son logiciel métier. Dans le cas d'une modélisation sous Revit, la version de ce logiciel devra être la version 2022 ou plus récente (Attention : pour rappel, tous les intervenants travaillant sur Revit, doivent utiliser la même version du logiciel. Cette version sera communiquée par le BIM Manager d'exécution dans la convention BIM d'exécution, avant le démarrage des études d'EXE).

18.1.2 Export IFC

Cet export sera effectué en version 2x3 coordination view 2.0. Les versions antérieures ainsi que l'IFC 4 ne sont pas autorisés.

- Le fichier IFC sera exporté avec l'option « quantités de base » qui est proposée par la plupart des applications agréées. Cette option permettra d'exporter sous une forme normalisée les quantités déductibles de la forme des objets (volume des murs, surface des pièces, etc.),
- Le fichier IFC sera exporté, si besoin, avec l'option relative aux limites d'espaces, informations utiles aux logiciels de calcul thermique réglementaire et aux logiciels de simulation thermique dynamique,
- Le fichier IFC sera livré sous la forme d'une archive, car on obtient des taux de compression élevés,
- Unicité du nom des espaces : Le nom de chaque espace contenu dans l'attribut Name de la classe IfcSpace constitue un identifiant. La valeur de ce nom devra être unique à l'échelle du bâtiment. Toutes les pièces et espaces, qu'ils soient clos ou non, couverts ou non seront représentés par des objets de la classe IfcSpace.
- IfcWallStandardCase ou IfcCurtainWall ou IfcWall seront décomposés en autant d'éléments que de niveaux,
- Les dalles, les planchers et les éléments de toiture seront représentés par des objets de la classe IfcSlab. Les planchers seront prolongés jusqu'au nu extérieur des murs, quels que soient le principe constructif et la nature de la liaison entre murs et planchers. (Sauf cas particuliers d'assemblage),



- Les fenêtres intérieures seront représentées par des objets de la classe IfcWindow
- Les portes et portes-fenêtres intérieures seront représentées par des objets de la classe IfcDoor,
- Les poteaux seront représentés par des objets de la classe IfcColumn,
- Les poutres seront représentées par des objets de la classe IfcBeam,
- Les escaliers seront représentés par des objets de la classe IfcStair,
- Les équipements sanitaires seront représentés par des objets de la classe IfcFlowTerminal ou, à défaut, de la classe IfcBuildingElementProxy,
- L'épaisseur des parois doit correspondre à l'épaisseur globale et ne pas se limiter à la partie porteuse,
- Les fondations seront représentées par des objets de la classe IfcFooting,
- Les garde-corps seront représentés par des objets de la classe IfcRailing,
- Les gaines techniques seront représentées de telle sorte que leur incidence sur la surface des pièces soit prise en compte.
- Les attributs/informations demandées par le CHU de Clermont-Ferrand devront être regroupés dans un ou des PSET IFC au moment de l'export des maquettes. Ceci afin de faciliter la consultation de ces informations lors de l'ouverture des maquettes dans un viewer IFC.

18.1.1 Export DWG depuis les maquettes BIM en phase DOE

Les exports .dwg requis lors de la phase DOE sont destinés à répondre aux besoins de la maîtrise d'ouvrage concernant certains aspects de l'exploitation des bâtiments du projet. Ils font partie intégrante des livrables de la phase DOE. Ces exports incluront les plans d'étages des différents lots ainsi que les documents 2D nécessaires à l'exploitation. Chaque fichier .dwg ne devra contenir qu'un seul étage. Chaque plan d'étage devra pouvoir être lié en xref dans d'autres plans .dwg provenant du même étage. Par conséquent, tous les plans exportés devront avoir la même origine (SCU).

18.1.2 Configuration d'exports DWG depuis les maquettes BIM DOE

Le BIM Manager d'exécution, faisant partie du groupement d'entreprises, sera responsable d'organiser des réunions spécifiques de concertation avec les services d'exploitation du CHU de Clermont-Ferrand. L'objectif de ces réunions sera de mettre en place des configurations d'exports DWG à partir de logiciels tels que Revit (ainsi que d'autres logiciels utilisés par les entreprises, si nécessaire). Ces réunions devront être planifiées avant la phase DOE afin de permettre la réalisation de tests.

L'objectif principal sera de garantir une exportation .dwg aussi propre que possible, tout en respectant les contraintes de la charte DWG du CHU de Clermont-Ferrand. Ces contraintes comprennent la convention de nommage, les calques, la structuration, la récupération des locaux, des pièces, des équipements, etc. Si nécessaire, les contraintes de la charte .dwg du CHU de Clermont-Ferrand pourront être adaptées par son service d'exploitation, afin de faciliter la compatibilité des exports DWG à partir des maquettes BIM.

Le BIM Manager sera chargé de piloter les différents tests et de faire valider les résultats par la MOA, son service d'exploitation et son AMO BIM.

18.2 Cohérence entre la maquette et les documents associés

On entend par documents associés ceux qui peuvent être produits / extraits à partir de la maquette numérique BIM de façon automatique ou semi-automatique : plans de niveau, élévations, coupes, axonométries, perspectives et tableaux de nomenclatures d'espaces / pièces / locaux et éléments / objets.

Le contenu des documents associés doit impérativement être cohérent avec les vues contenues dans les maquettes numériques (vues dont ils sont issus).

18.2.1 Plans, coupes, élévations... 2D

Il est imposé que les documents graphiques remis durant la phase EXE et DOE (plans, coupes, élévations...) soient tous extraits de la maquette numérique, afin d'en garantir la cohérence et l'homogénéité. La maquette numérique doit donc être le reflet du niveau de détail attendu à chaque phase (EXE /SYNTHÈSE / DOE).

Les cartouches des plans 2D devront mentionner le fichier de maquette BIM dont ils ont été issus.

18.2.2 Formats d'échange entre logiciels métiers

Aucune recommandation n'est imposée pour les interfaces métiers.

Des formats dits « pivots » entre les logiciels de modélisation et les logiciels de calcul pourront être utilisés, tant que la maquette numérique native et IFC sont à jour (gbXML, STEP, IGES, CIS/2, Dwg...).

19 LA MAQUETTE DOE

19.1 Conformité aux plans à la maquette numérique

La maquette DOE doit être conforme, géométriquement parlant, à l'ensemble des plans 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 produits devront porter le même nom dans la maquette numérique que sur la plateforme d'échange de données.

La conformité des plans visés à la Maquette Numérique DOE pourra être contrôlée par le BIM Manager d'exécution à partir des plans et des nomenclatures de données issues de la maquette.

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.



19.2 Vérification des informations entre la maquette et l'ouvrage exécuté

19.2.1 Principe de contrôle aléatoire

Afin d'obtenir une maquette numérique fidèle (en géométrie et en données) à l'ouvrage exécuté, le BIM Manager d'exécution procèdera à des vérifications par échantillonnage :

- « D'objets » (position, géométries, etc.) sur site tout au long de la phase exécution
- Concernant les données (références, fiches, performances, etc.) des produits et équipements installés.

Nota : Une note de tolérance de récolement des maquettes DOE est présente en annexe 4 au CCTP et devra être annexée à la convention BIM d'exécution. Ce document décrit les tolérances acceptées sur le positionnement géométrique des éléments (structure, CEA, clos-couvert, réseaux et terminaux CET, etc.).

En cas de différences ou écarts constatés (et reconnus) par les deux parties (Entreprise et MOE) entre les informations de la maquette et les ouvrages exécutés, il appartiendra au BIM Manager de demander la mise à jour de la maquette DOE. La fourniture d'une maquette DOE validée par le Maître d'œuvre conditionnant une partie du jalon de paiement correspondant à la fourniture du DOE.

19.2.2 Conformité DOE et VISA

Chaque intervenant, Architectes, Bureaux d'Études, et entreprises, garde ses responsabilités respectives contractuelles de contrôle de conformité du contenu du DOE, quel que soit son support.

Chacun des acteurs de la Maîtrise d'Œuvre est chargé de vérifier la conformité des plans visés « bon pour exécution » aux ouvrages exécutés (Mission de VISA).

19.2.3 Contenu général des maquettes DOE

Les maquettes livrées au stade DOE intégreront les éléments tels que construits conformes au niveau de détail spécifié dans la convention BIM d'exécution, et suivant le tableau de niveaux de développement établi par le BIM manager d'exécution (sur la base du CCTP) et approuvé par le CHU de Clermont-Ferrand et son AMO BIM. Ce tableau sera présent en annexe de la convention BIM d'exécution. Le DOE Numérique devra également permettre d'obtenir un DOE papier classique. Tous les plans d'exécution seront issus de la maquette numérique (sauf cas particulier).

Lors de la remise du DOE Numérique, les maquettes transmises devront contenir à minima les informations des « fiches produits », « fiches techniques » et toute autre information qu'il aura été jugé nécessaire d'implémenter. Ces fiches produits et fiches techniques pourront, au choix, faire appel à un lien URL ou à un attribut contenant l'identifiant du cartouche des documents concernés.

19.3 Remise du DOE

19.3.1 Compilation des maquettes

À l'issue de la phase d'exécution, le BIM Manager a à sa charge la compilation (en lien), sous un seul modèle numérique, de l'ensemble des maquettes réalisées par les entreprises



désignées (Une compilation au format natif et une autre au format IFC). Ce modèle DOE numérique n'est techniquement envisageable que si les règles de modélisation/export des modèles, émises par le BIM Manager d'exécution, ont été scrupuleusement respectées. Ces règles seront édictées dans la convention BIM d'exécution.

19.3.2 Non remise des livrables

Tout manquement relatif à la fourniture des maquettes devant être intégrées au DOE est sanctionné 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 appliquées 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.

20 STANDARDS ET RÉFÉRENTIELS BIM APPLICABLES AU PROJET

Les standards de formats devant être utilisés par les Prestataires sont les suivants :

- IFC (Industry Foundation Classes) : le format IFC est le modèle de données utilisé dans les maquettes numériques dans le domaine de la construction. Il permet de décrire des objets (murs, fenêtres, espaces, poteaux, etc.), leurs caractéristiques et leurs relations. Les IFC font partie de la norme internationale STEP ou « Standard for Exchange of Product Data» (ISO 10303). Depuis mars 2013, les IFC sont labellisés ISO 16739. Les IFC ont pour but d'assurer l'interopérabilité des logiciels métiers BIM.
- BCF (Building Collaboration Format) : le BCF – basé sur IFC-XML – a été développé à l'initiative de Solibri et de Tekla dès 2009 dans une optique de communication entre logiciels, donc dans un souci d'interopérabilité. Cédée à la communauté BuildingSMART afin qu'elle soit gérée en open source, cette solution est désormais reconnue comme un des standards de l'association au même titre que les IFC.
- LOD : BIM Forum
- Management de projet BIM : PAS 1192-2 et 3 / Norme ISO 19650 / Guide pour la rédaction Medi@construct / Convention BIM type National PTNB/ Guide de recommandation de la MOA (PTNB & MIQCP)



21 CONDITIONS GÉNÉRALES

21.1 Prestation

Toutes les entreprises (y compris leurs sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) sont tenues de produire les études relevant de leur lot en maquettes BIM. Ils feront évoluer leur modélisation tout le long du processus BIM et pendant toute la durée du contrat : du démarrage des études d'exécution jusqu'à l'achèvement d'un DOE numérique.

21.2 Organisation :

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) doit désigner son référent BIM. La personne désignée occupant ce rôle pourra éventuellement être changée selon les besoins. Dans ce cas chaque intervenant devra informer le BIM Manager d'exécution et le CHU de Clermont-Ferrand dans les plus brefs délais en indiquant le nom de la personne remplaçante.

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) sera responsable de son équipement et de ses outils BIM (incluant tous les frais) ainsi que de celui de ses sous-traitants (déclarés et approuvés par la MOA). Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) aura donc son personnel, ses licences et son matériel pour produire et analyser la maquette BIM.

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) et ses prestataires seront responsables de tous les coûts liés à la fourniture des outils BIM compris les frais de licence, le matériel, les logiciels, l'installation, l'entretien, l'exploitation, la formation, la coordination et le soutien technique.

La qualité de modélisation et le respect des normes propres à la sphère de responsabilité des intervenants, font partie des responsabilités de chaque référent BIM au sein de son équipe. De même chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) doit valider en interne sa production BIM (validation qualitative) avant de la communiquer au BIM Manager d'exécution.

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) sera donc uniquement et exclusivement responsable de l'exactitude et de la pertinence de toutes les données 3D et paramètres BIM qu'ils produiront.

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) a la charge de contrôler l'évolution de son modèle 3D, d'en assurer la cohérence entre 2D et 3D, mais également de l'utiliser pendant toutes les phases de synthèse et de fabrication afin de pouvoir à tout moment analyser l'environnement dans lequel son lot évolue.

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants, cotraitants et collaborateurs) doit communiquer et documenter aux autres intervenants du projet tous les changements. Cette communication s'intègre dans le processus de qualité et de suivi en BIM.

Tous les livrables exigés contractuellement par le CHU de Clermont-Ferrand devront être fournis obligatoirement aux dates indiquées dans le planning global du projet.

Le processus BIM visera à la livraison de maquettes numériques tout au long de la phase exécution. Ces maquettes n'ont pas pour vocation de se substituer au dossier de recollement papier.



21.3 Responsabilité

21.3.1 Responsabilité et viabilité des informations :

La maquette numérique ne se substitue pas aux autres modalités d'exécution des missions confiées. Il est rappelé à chaque intervenant (y compris ses sous-traitants) qu'il est le seul responsable de la validité des données et du traitement des données qu'il aura intégrées dans la maquette. Il est rappelé que toutes les informations sont portées par des objets de la maquette et non sous forme de simple annotation de vue. Les résultats obtenus, au moyen de la maquette numérique, depuis les données intégrées par l'utilisateur, ne sauraient engager la MOA.

L'ensemble des maquettes métiers étant compilées en une seule maquette globale, chaque intervenant doit conserver de façon indépendante les données d'entrée qu'il a utilisées et être à même de retracer le processus qui l'a conduit à l'élaboration de ses livrables.

Chaque intervenant doit également vérifier que les données d'entrée qu'il reçoit sont complètes et exemptes d'ambiguïtés.

Dans le cadre de l'intégration d'éléments élaborés par plusieurs parties au sein d'une maquette de compilation, la responsabilité de chacun restera limitée aux éléments qu'il aura fournis.

Le système informatique ne permet pas de garantir la non-altération lors de l'assemblage des données fournies. Chaque responsable de lot (réfèrent BIM) doit donc vérifier la réalité des observations des revues de projet avec leur maquette originale.

21.3.2 Responsabilité concernant la modélisation :

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants) est responsable de sa maquette de métiers. Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants) ne doit modéliser que sa valeur ajoutée. La modélisation devra respecter le niveau de détail des objets et du type de maquette définie dans la convention BIM d'exécution.

21.3.3 Responsabilité concernant les documents livrables :

Chaque intervenant (y compris ses sous-traitants), est responsable des documents livrables qui le concerne, quels que soient les formats demandés (plan 2D, vues 3D, nomenclatures), c'est-à-dire : tous les documents livrables issus ou liaisonnés à la maquette numérique, renseignés par des étiquettes et des informations annotées nécessaires à une bonne compréhension du document (titres de zones, pointillés représentant des éléments non directement visibles en coupe directe ...)

21.4 Conditions d'utilisation des maquettes

Tout utilisateur amené à utiliser la maquette reconnaît avoir pris connaissance et s'engage à respecter l'ensemble des points ci-après :

- La maquette numérique constitue en premier lieu un outil permettant d'accroître les performances des études,
- Les données extraites et exploitées depuis les maquettes numériques par tout utilisateur sont de l'entière responsabilité de ce dernier. Toute vue 2D, 3D ou nomenclature du projet est de la responsabilité de l'utilisateur à l'origine de l'export,
- La maquette numérique, ainsi que toutes les données qui y sont intégrées, ne se substitue en aucun cas aux dossiers papier remis en parallèle qui forment les documents contractuels.

- En cas d'incohérence ou de contradiction entre les documents papier et les maquettes numériques, les documents papier contractuels feront foi.
- Tout utilisateur des maquettes numériques reconnaît avoir pris une pleine connaissance de ce document.
- Tout intervenant susceptible d'utiliser les maquettes numériques doit être annoncé auprès des auteurs de ces maquettes.
- L'utilisateur reconnaît que l'ensemble de ces données sont et doivent rester confidentielles.

21.5 Identification des maquettes

Toutes les maquettes du projet devront respecter la codification inscrite à la convention BIM d'exécution. Les listes prévisionnelles des maquettes seront donc produites en respectant cette codification.

21.6 Conformité des maquettes

Chaque intervenant veillera tout particulièrement à adopter une discipline d'utilisation de son logiciel de modélisation en respect des règles minimales énoncées dans la convention BIM d'exécution et ses annexes. Le non-respect de ces règles est susceptible de produire des dysfonctionnements ou des pertes d'informations préjudiciables à l'ensemble des utilisateurs.

21.7 Sauvegardes privées des prestataires et membres du groupement

Chaque prestataire procédera régulièrement, sur son propre matériel, à la sauvegarde de ses fichiers pour l'entreprise qu'il représente. Il veillera, à sauvegarder ces fichiers sur des répertoires de son poste de travail ou du serveur de sa société, différents de ceux utilisés par la plateforme collaborative du projet (Kairnial). L'utilisateur sera responsable de toute perte de fichiers qui résulterait de la non-application de cette disposition. La plateforme collaborative du projet ne peut en aucun cas servir d'espace de sauvegarde individuel. Chaque utilisateur veillera donc à ce que ses représentants mettent en place les procédures appropriées à ces sauvegardes. Au regard des enjeux de sécurité liés au projet, ces sauvegardes devront être protégées.

21.8 Sauvegardes générales de la plateforme collaborative

Les sauvegardes générales sont organisées par le prestataire responsable de la plateforme collaborative du projet. Elles concernent les fichiers de la base de données relative aux échanges de maquettes ainsi que tous les fichiers de pièces écrites et graphiques déposés et hébergés sur cette plateforme de projet.

21.9 Sécurité des informations

Il est demandé au groupement d'entreprises, de spécifier dans la convention BIM d'exécution, les moyens mis en œuvre pour sécuriser les échanges informatiques et production d'informations entre les intervenants autour du référentiel BIM.

L'utilisation des systèmes informatiques et des outils de communication induit en effet des problèmes de vulnérabilité qui doivent être anticipés, d'autant que le présent projet revêt un caractère sensible.



21.10 Régime des droits de propriété intellectuelle

La maquette 3D, les bases des données 3D, médias électroniques et autres documents similaires connectés à la maquette et au BIM appartiennent à la MOA. Ceci est valable pour toutes les données qui seront produites et remises à la MOA pendant la phase d'exécution et jusqu'à la remise et validation du DOE.

En utilisant la maquette numérique, chaque intervenant (y compris ses sous-traitants) s'engage aux dispositions suivantes :

Les données ne doivent pas être utilisées par chaque intervenant du projet (y compris ses sous-traitants et collaborateurs), ou transférées à une autre partie, pour une utilisation dans d'autres projets, ou pour tout autre objet non prévu par le CHU de Clermont-Ferrand ou sans son autorisation écrite expresse.

Ces dispositions sont également valables pour tous documents BIM remis par chaque intervenant.

21.11 Propriété et transfert de la maquette

D'une façon générale, le CHU de Clermont-Ferrand restera propriétaire des maquettes numériques produites dans le cadre du projet, dans le respect des principes régissant la propriété intellectuelle et les droits d'auteur.

Au cours de la réalisation, chaque contributeur sera responsable de sa maquette BIM et de son contenu, a minima jusqu'au transfert de propriété/administration qui s'effectuera suivant les modalités de transfert définies conjointement entre la MOA et les entreprises.

La maquette pouvant contenir des informations confidentielles, tout utilisateur s'engagera à ne pas divulguer, transférer ou échanger la maquette ou ses composants sans le consentement officiel des auteurs et des propriétaires de celle-ci.

21.12 Cession du droit d'auteur au profit du maître d'ouvrage

L'ensemble des entreprises attributaires des marchés de travaux du projet, et, d'une manière générale de tous ceux qui sont appelés à intervenir à l'élaboration de la maquette numérique, conviennent de céder leurs droits protégés par les dispositions des articles L.111-1 et suivants du Code de la Propriété intellectuelle. Le cas échéant, L'AMO BIM avertira le CHU de Clermont-Ferrand de toute difficulté concernant cette cession de droits.

Ces droits sont attachés tant à chacune des données transférées sur la plateforme collaborative qu'à la maquette numérique en elle-même constituée pour les besoins du projet Sainte Péline.

Il est à ce titre convenu que la rémunération fixée dans chacun des contrats intégrera la contrepartie de la cession de tous les droits patrimoniaux dont le titulaire est propriétaire au profit du CHU de Clermont-Ferrand, de manière exclusive et irrévocable.

Ces points seront abordés de façon claire dans le contrat de maîtrise d'œuvre et des entreprises.

21.13 Assurance

Le recours au processus BIM ne modifie pas en soi les responsabilités existantes sur une opération de construction et/ou rénovation.



Le principe, les modalités et les conditions de mise en œuvre de la responsabilité des intervenants restent identiques.

Les résultats de la maquette permettent une identification plus fine des responsabilités de chacun. Il faut par conséquent être attentif à la définition précise et contrôlée du fonctionnement, des modalités et conditions d'intervention sur la maquette.

En revanche, il est nécessaire d'appréhender la responsabilité inhérente aux missions nouvelles créées par le recours aux processus BIM. Ces dernières doivent être incluses dans le spectre contractuel de la mission.