



CENTRE HOSPITALIER UNIVERISTAIRE (CHU) CLERMONT-FERRAND

Direction des Travaux, de l'Environnement et de la Sécurité

58 rue Montalembert – BP 69

69003 CLERMONT-FERRAND CEDEX 01

☎ 04.73.751.234

✉ bdm@chu-clermontferrand.fr

MARCHE PUBLIC DE MAITRISE D'ŒUVRE

Marché public de maitrise d'œuvre pour la création d'un bâtiment à usage de plateau technique pour l'activité de Médecine physique et de Réadaptation (MPR) du site Louise Michel du CHU de Clermont-Ferrand.

Cahier des Charges BIM

(C.C. BIM)

Informations clés

Précisions

<i>Niveau de maturité BIM</i>	BIM niveau 2 : BIM collaboratif où chaque acteur de la construction travaille sur sa propre maquette avec échange de fichiers entre ces acteurs en IFC
<i>Objectifs BIM prioritaires</i>	- Performance de conception - Support de communication - Maintenabilité de l'ouvrage
<i>Visionneuses de référence</i>	BIMcollab ZOOM
<i>Clauses techniques</i>	Géolocalisation et Géoréférencement: GPS et RGF93 sur la base du plan topographique mis à disposition avec maquette architecte de référence Format : Natif & IFC 2x3 Communication et coordination : BCF Décomposition multi-maquettes par spécialité (1 maquette par bâtiment) et assemblage pour la Maquette Numérique de Gestion Exploitation Maintenance (MNEM). Classification UNIFORMAT II 2010
<i>Niveau de détails</i>	Annexe n° 2 : table des attributs par éléments
<i>Référentiel spatial</i>	Annexe n° 1 : Charte graphique
<i>Livrables BIM par phase</i>	→ Concours : Maquette numérique (esquisse +), plans associés et pré-convention BIM → APS : Maquette numérique, plans associés et convention BIM → APD : Maquettes numériques, nomenclatures, plans associés → PRO/DCE : Maquettes numériques, nomenclatures, plans associés et convention BIM Entreprises → EXE : Maquettes numériques, fiches techniques liées et plans associés → DOE : Maquettes Numériques des Ouvrages Exécutés (MNOE) et Maquettes Numériques d'Exploitation Maintenance (MNEM), Guide de passation des Maquettes Numériques → GPA : MNOE et MNEM à jour des modifications
<i>Standards et référentiels</i>	LOD : BIM Forum / Contenus et niveaux de développement Management de projet BIM : PAS 1192-2 et 3 / Norme ISO 19650 / Guide pour la rédaction Médi@construct / Guide de recommandation de la MOA (MIQCP)

Table des matières

1	Introduction	5
1.1	Objet	5
1.2	Domaine d'application	5
1.3	Limites	5
1.4	Projet	5
1.5	Objectifs de la MOA	6
1.5.1	Niveau de maturité visé	6
1.5.2	Les attentes de la maîtrise d'ouvrage	6
1.5.3	Les cas d'usage attendus de la maîtrise d'ouvrage	8
2	Clauses techniques et de contenu de la maquette	11
2.1	Les logiciels utilisés par la maîtrise d'ouvrage	11
2.2	Formats d'échange	11
2.3	Géo référencement et localisation	11
2.4	Modélisation	11
2.4.1	Modélisation de l'existant	11
2.4.2	Tailles limites des Maquettes Numériques	11
2.4.3	Segmentation des Maquettes Numériques	12
2.4.4	Charte Graphique des réseaux	12
2.4.5	Unités	13
2.4.6	Arborescence spatiale	13
2.4.7	Modélisation des objets	13
2.4.8	Modélisation géométrique	14
2.4.9	Classification des objets	14
2.4.10	Composition des éléments	14
2.4.11	Usages de caractères accentués	14
2.4.12	Conformité pour import dans l'outil BIM d'exploitation - maintenance	14
2.4.13	Niveau de développement	15
2.5	Formations et compétences	15
3	Management	16
3.1	Standards et références documentaires	16
3.2	Rôles et responsabilités	16
3.3	Propriété intellectuelle	17
3.4	Principes de collaboration	18
3.4.1	Management des maquettes numériques	18
3.4.2	Convention de nommage des maquettes numériques et Plan DWG	19
3.4.2	Structure des dossiers projet	20
3.4.3	Plateforme centrale de partage de données et de documents	21
3.4.4	Réunions de travail BIM	21

3.5	Sécurité.....	21
3.6	Performance des systèmes	23
3.7	Programme de conformité	24
4	Production.....	25
4.1	Livrables attendus par phase	25
4.1.1	Jeux de livrables 1 – Etudes d’esquisse (Concours).....	25
4.1.2	Jeux de livrables 2 – Avant-projet sommaire APS (modèle d’Information projet) 26	
4.1.3	Jeux de livrables 3 – Avant-projet détaillé APD (modèle d’Information projet) .	26
4.1.4	Jeux de livrables 4 - PRO/DCE (modèle d’Information projet)	27
4.1.5	Jeux de livrables 5 – DET (modèle d’Information projet)	27
4.1.6	Jeux de livrables 6 – AOR (Modèle d’information projet).....	28
4.1.7	Jeux de livrables 7 - Réception DOE (Modèles d’informations des ouvrages exécutés et d’exploitation-maintenance).....	28
5	Annexes	30
5.1	Charte Graphique.....	30
5.2	Table des attributs par éléments	30
6	Glossaire	31

1 INTRODUCTION

1.1 OBJET

Le présent cahier des charges est le document par lequel **le maître d'ouvrage exprime ce qu'il attend de l'utilisation du BIM** dans les projets de construction ou restructuration sur bâtiments existants et spécifie les dispositions obligatoires à respecter par les contributeurs qui mettent en œuvre le BIM dans les projets qui leur sont confiés.

Il est un **outil de communication entre le maître d'ouvrage et ses interlocuteurs**, qu'ils soient architectes, bureaux d'études, entreprises... Ce document propose un cadre de travail **raisonné** prenant en compte les **objectifs** du maître d'ouvrage, la maturité des méthodes et des pratiques, la performance des outils ainsi que **l'expérience réelle** de la plupart des intervenants.

1.2 DOMAINE D'APPLICATION

Ce document s'applique dans les conditions décrites ci-après, à **toute opération de construction neuve ou de restructuration** pour laquelle le BIM est demandé. Il contient **les dispositions générales et particulières**, applicables à toute opération du CHU de Clermont-Ferrand.

1.3 LIMITES

Le cahier des charges BIM MOA est l'expression des besoins du maître d'ouvrage en matière de BIM. 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. **Il revient à la MOE et au BIM manager de les définir dans leur domaine de responsabilité.**

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.

Les équipes de conception et de réalisation devront **rédiger une Convention BIM** (cf. : Modèle de Convention BIM Type Nationale). Pour être conforme aux attentes du MOA, la 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
- Table des attributs par éléments (Niveaux de Détails Géométriques et Niveaux de Détails d'Informations) par phase
- Processus de mise en œuvre des usages illustrés et documentés

1.4 PROJET

Le CHU de Clermont-Ferrand est l'établissement support du GHT Territoires d'Auvergne regroupant 15 établissements de santé publics des départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme. Compte tenu de sa dimension et de son rôle, le CHU assume à la fois une fonction de recours et de proximité pour toute l'ex région Auvergne dont il pilote l'organisation des soins, de la recherche, de l'enseignement et de la prévention conformément aux missions générales des CHU.

Le CHU de Clermont-Ferrand organise son activité autour de 3 sites Gabriel Montpied (GM), Estaing et Louise Michel. Il emploie environ 6300 personnels non médicaux et 900 personnels médicaux et dispose de 1893 lits et places.

Le présent projet vise la construction d'un bâtiment accueillant le plateau technique du service de Médecine Physique et de Réadaptation sur le site Louise Michel, comportant un secteur de balnéothérapie et un gymnase.

1.5 OBJECTIFS DE LA MOA

1.5.1 NIVEAU DE MATURITE VISE

Dans le cadre du présent projet, la Maîtrise d'Ouvrage entend avoir recours à une démarche de projet BIM ayant une maturité de **niveau 2**.

(Voir : « *BIM et maquette numérique : Guide de recommandations à la maîtrise d'ouvrage* », MIQCP, 18 juin 2016)

1.5.2 LES ATTENTES DE LA MAITRISE D'OUVRAGE

Les objectifs BIM triés selon leur priorité de réalisation pour la MOA, à savoir :

1. l'atteinte de l'objectif est assurée par la maturité des méthodes et des pratiques, la performance des outils ainsi que l'expérience réelle de la plupart des intervenants ;
2. l'atteinte de l'objectif est partiellement assurée par la maturité des méthodes et des pratiques, la performance des outils ainsi que l'expérience réelle de la plupart des intervenants ;
3. l'atteinte de l'objectif ne peut pas être assurée par la maturité des méthodes et des pratiques, la performance des outils ainsi que l'expérience réelle de la plupart des intervenants.

Objectif BIM du projet	Priorité	CONCOURS	APS	APD	PRO/DCE	EXE	EXPLOITATION
Performance de conception	1	X	X	X	X	X	
Maîtrise des coûts	2	X	X	X	X	X	X
Aide à la décision	1	X	X	X	X	X	
Support de communication	1	X	X	X	X	X	
Maintenabilité de l'ouvrage	1				X	X	X

Performance de conception

Le CHU de Clermont-Ferrand souhaite l'implémentation du processus BIM par le biais de maquettes numériques, en conception, afin d'obtenir un traçage des informations et d'améliorer les échanges. Dès l'esquisse, le BIM doit permettre de fiabiliser les surfaces, telles que les surfaces du programme.

L'ensemble des livrables (plans, coupes, élévations, vues 3D, descriptifs, quantitatifs etc..) devra être issu et produit à partir de la maquette numérique.

En construction, le BIM doit permettre d'éviter les habituelles interactions et incohérences entre les lots sur le chantier (exemple : interaction entre fluides/structure, passage d'une gaine dans une poutre), par des détections de conflits entre les maquettes des divers métiers (structure, MEP etc..).

Maîtrise des coûts

En corrélation avec l'objectif de performance de conception, le BIM doit permettre de maîtriser les coûts grâce à un meilleur suivi des prestations et des équipements. Ainsi il doit être possible à partir de la maquette numérique, d'extraire des quantitatifs qui serviront à l'optimisation des marchés. Ces données permettront de réaliser et maîtriser les contrats globaux, notamment les contrats de renouvellement des équipements.

Aide à la décision

Tous les plans 2D devront être issus de la maquette BIM. Les informations 2D devront être intégrées aux modèles BIM pour pouvoir être lues sur des outils de visualisation.

La MOA attend du processus BIM qu'il soit une aide lors de la prise de décision, notamment pour les phases :

- Rendu sur CONCOURS/APS/APD : Réunions d'études avec le groupement, réunion de conception, réunion avec les usagers.
La maquette numérique sera le support de présentation du projet, et servira de base aux échanges et aux discussions.
- PRO : Réunion de projet.
Intégrer les passages de réseaux au plus tôt à la maquette numérique pour réaliser une présynthèse technique.
- EXE : Réunions de chantiers
Lors de cette phase, les intervenants se serviront de la maquette numérique pour le suivi des remarques et la levée des questions techniques. Cette visualisation permettra une meilleure compréhension de l'ensemble des intervenants et pourra être un support d'organisation et de communication.
- OPR/DOE : Réunions de levée de réserves

Support de communication

Communication interne : La maquette numérique doit faciliter les échanges, entre autres entre la MOA et la MOE, et doit permettre de mieux visualiser les premiers livrables lors de la conception du projet. De la même manière, la maquette numérique sera aussi un outil pour visualiser les zones en travaux au fil du temps et anticiper les interfaces entre lots.

Elle sera également un outil de communication avec les entreprises en tant que base de données centralisant les informations du projet d'une part, et en tant que simulateur visuel des sujets de sécurité sur le chantier d'autre part.

Communication externe : La maquette numérique doit faciliter la compréhension du projet par les parties externes via la mise en place de supports spécifiques (visites virtuelles, vidéo, ...).

Maintenabilité de l'ouvrage

Très sensible à la qualité des données du patrimoine et à sa structuration, la maintenabilité de l'ouvrage revêt un enjeu majeur pour le CHU.

Après la livraison, les processus BIM ont pour ambition une meilleure maîtrise des données, facilitant leur bonne implémentation dans le progiciel de gestion CARL Source pour permettre notamment de prévoir les Plans de travaux et faciliter les inventaires et le recensement d'informations.

1.5.3 LES CAS D'USAGE ATTENDUS DE LA MAITRISE D'OUVRAGE

La maîtrise d'ouvrage a identifié **plusieurs attentes sur le processus BIM** dans le cadre de ce projet. Les cas d'usage identifiés pour ce projet sont classés en 3 catégories :

- Requis : il s'agit d'un usage que la maîtrise d'ouvrage souhaite voir mis en place sur ces projets
- Optionnel : Il s'agit d'un usage qui intéresse la maîtrise d'ouvrage sans que son application systématique ne soit exigée. Les objectifs optionnels sont donc soumis à proposition de l'intervenant concerné.

Le tableau suivant présente la synthèse des différents **cas d'usages** de la maquette numérique aux différentes phases du projet :

Cas d'usage BIM	Requis	Optionnel
Conception		
Communication <i>Cas d'usage Mediaconstruct 4</i> • Présentation d'une maquette « texturée » • Fourniture d'une maquette à la MOA pour ses usages propres : space planning, perspectives, etc. • Présentation de perspectives pour mieux appréhender l'espace et faciliter la compréhension du projet pour les futurs utilisateurs.	X	
Accès à la maquette pour la MOA <i>Cas d'usage Mediaconstruct 5</i> • Revue de projet et comité de suivi avec visualisation de maquette • Possibilité pour le MOA de générer des tableaux d'information issus des données de la maquette. • Fourniture d'une maquette IFC à chaque phase MOP. • Fourniture de la maquette à chaque phase MOP par accès en ligne via une plateforme collaborative • Accès en ligne à la maquette IFC en temps différé • Possibilité pour la MOA de faire des commentaires localisés dans la maquette (BCF).	X	

Cas d'usage BIM	Requis	Optionnel
Conception		
Maquettes numériques <i>Cas d'usage Mediaconstruct 6</i> Il est demandé d'intégrer les différentes disciplines ci-dessous dans la maquette numérique : • Maquette architecture • Maquette(s) réseaux (MEP) • Maquette structure • Maquette ELEC • Equipements (Cuisine, scramble, transformateur, groupe électrogène, racks, stockage de palette, etc.) • Aménagement (table, lits, bureaux, etc.) intégré dans la maquette architecture. • Extraction depuis la maquette numérique de l'ensemble des livrables 2D	X	
Extraction des quantités et valeurs significatives <i>Cas d'usage Mediaconstruct 9</i> • Extraction depuis la maquette numérique de l'ensemble des tableaux de surfaces	X	
Analyse ingénierie interopérable <i>Cas d'usage Mediaconstruct 7</i> • Thermique (RT réglementaire avec le logiciel BIM) • Energétique (STD avec le logiciel BIM) • Structure • Lumière (FLJ avec le logiciel BIM) • Economiste BIM de la MOE		X
Acteurs missionnés par la MOA <i>Cas d'usage Mediaconstruct 7</i> La compétence BIM peut être un atout pour la bonne réalisation des missions de contrôles suivantes : • AMO environnement • Contrôle technique • SPS		X

Cas d'usage BIM	Requis	Optionnel
Exécution		
Synthèse <i>Cas d'usage Mediaconstruct 10</i> - Réalisation d'une synthèse exécution - Mise à jour de la maquette à niveau de détail constant, par phase : GO / établissement des fluides / cloisonnement / livraison.	X	
Maquette chantier - Réunion de chantier avec usage de la maquette numérique - Opérations préalables à la réception réalisées avec l'usage de la maquette numérique 4D à grande maille en cas de travaux de réhabilitation/Construction en site occupé afin de gérer le flux de circulation	X	X X
Réception		
Maquette Numérique du DOE <i>Cas d'usage Mediaconstruct 16</i> Récupération de la maquette réalisation à jour de l'ouvrage construit tant par sa géométrie que par les informations attribuées aux objets.	X	
Exploitation		
Base de données du Bâtiment Constitution d'une base de données à partir des informations de la maquette numérique du DOE. Il s'agit d'un prérequis pour l'usage du BIM en exploitation. La collecte d'information dans cette base de données est faite par le biais d'un logiciel dédié.	X	
Gestion de Patrimoine La base de données issue de la maquette numérique est utilisée pour donner au gestionnaire de bien une vision précise du parc administré.	X	
Pilotage et Maintenance La base de données issue de la maquette numérique est utilisée pour alimenter la GMAO	X	
Service à l'occupant La base de données issue de la maquette numérique est utilisée pour fournir de nouveaux services aux occupants ou pour les améliorer.		X

2 CLAUSES TECHNIQUES ET DE CONTENU DE LA MAQUETTE

2.1 LES LOGICIELS UTILISES PAR LA MAITRISE D'OUVRAGE

USAGE	NOM	FONCTION	EDITEUR
Viewer	BIMcollab ZOOM	Viewer et BCF	BIMcollab
Collaboration	A choisir par le MOA parmi une liste proposée par le BIM manager		

2.2 FORMATS D'ECHANGE

Les livrables à destination de la maîtrise d'ouvrage seront des fichiers **IFC conformes à la version 2x3 TC1** des IFC [2]. Les versions antérieures et l'IFC4 ne sont pas autorisées. Cependant, des exports spécifiques pourront être demandés par la MOA dans le cadre d'expérimentations. L'extraction IFC depuis le logiciel natif devra être configurée de manière à fournir l'ensemble des informations présentes dans le projet. Une vérification de l'IFC devra être prévue dans le cadre de la Convention BIM.

Les commentaires et annotations seront livrés au format **BCF**.

Les documents graphiques issus des Maquettes Numériques seront livrés au format **DWG** (version supérieure à 2010) et **PDF**. La documentation sera livrée au format **XLS** et **DOC**.

2.3 GEO REFERENCEMENT ET LOCALISATION

Le **géo référencement au niveau du site de la maquette doit être réalisé au démarrage du projet**. Son origine est le point origine du site tel que précisé sur le plan topographique mis à disposition des concepteurs. Le seul système de référence est celui de la maquette numérique produite par l'architecte. Il doit être utilisé par toutes les autres maquettes numériques.

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)

2.4 MODELISATION

2.4.1 MODELISATION DE L'EXISTANT

La maîtrise d'ouvrage met à disposition les plans DWG dont il dispose pour les bâtiments existants.

2.4.2 TAILLES LIMITEES DES MAQUETTES NUMERIQUES

La taille maximale recommandée des fichiers IFC est **de 300 Mo** par fichier. Un fichier IFC doit contenir au plus un bâtiment.

Si le fichier dépasse 300 Mo, un découpage du fichier IFC en sous maquettes sera réalisé **avec la validation du principe par la MOA**.

2.4.3 SEGMENTATION DES MAQUETTES NUMERIQUES

Afin d'optimiser le traitement des données issues des modèles et de réduire le volume d'informations à renseigner les modèles numériques au format IFC devront être découpés par métier selon le principe suivant :

- Une maquette ARC
- Une maquette STR
- Une maquette PLB
- Une maquette CVC
- Une maquette ELEC (CFA, CFO)

2.4.4 CHARTE GRAPHIQUE DES RESEAUX

Afin de faciliter la compréhension des lots CVC, un code couleur spécifique sera à respecter dès la phase APS. Ainsi les réseaux et les fluides sont identifiés et représentés par les codes couleur suivant :

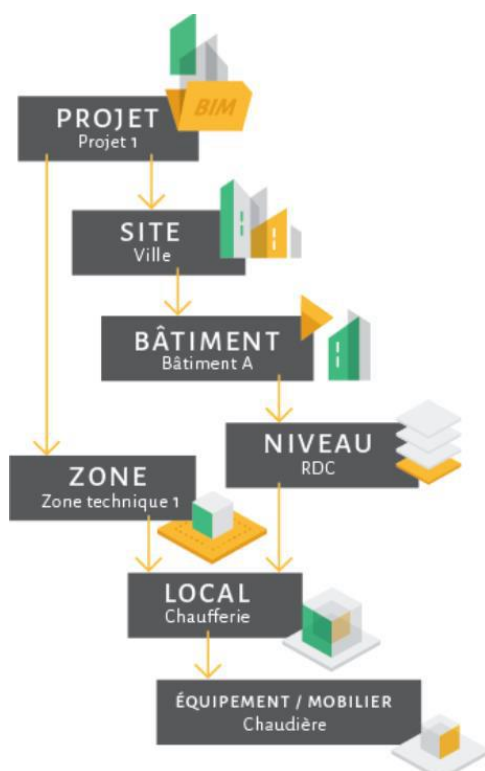
Eau potable chaude	Rouge (RVB 238-000-000)	Autre énergie (fuel, ...)	Orange (RVB 255-128-000)
Eau potable froide	Bleu (RVB 000-000-128)	Autres fluides	NC (RVB 255-255-255)
Eau adoucie	Turquoise (RVB 000-170-170)	Ventilation air neuf	Violet (RVB 128-000-128)
Eau sale	Marron (RVB 100-050-000)	Ventilation air vicié	Bleu clair (RVB 113-238-249)
Eau de pluie	Gris (RVB 192-192-192)	CFO	Rouge foncé (RVB 153-000-000)
Gaz	Jaune (RVB 255-255-000)	CFA	Vert foncé (RVB 000-128-064)
Air médical	Gris clair (RVB 200-200-200)	Oxygène	Bleu ciel (RVB 130-255-255)
Vide	Brun tanné (RVB-221-217-195)		

2.4.5 UNITES

Les unités doivent être exprimées dans le système métrique (SI):

Mesure	Unité	Nombre de décimales
Longueur	Mètre (m)	3
Surface	Mètre carré (m²)	3
Volume	Mètre cube (m³)	3
Angle	Degré (°)	3
Inclinaison	Degré (°)	3
Masse volumique	Kilogramme par mètre cube (kg/m³)	3

2.4.6 ARBORESCENCE SPATIALE



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.

La codification du site, des bâtiments, des espaces, des locaux et leur typologie est précisée : **Se référer à l'annexe n°1 « Charte graphique »**

2.4.7 MODELISATION DES OBJETS

Les objets logiciels doivent correspondre aux ouvrages dessinés. Ainsi, on utilisera l'outil dalle (ifcSlab) pour modéliser une dalle, l'outil mur (ifcWall) pour un mur, l'outil colonne (IfcColumn) pour des colonnes, etc. Cela est nécessaire pour un usage « intelligent » de la maquette : le bon usage des IFC permettra éventuellement la réalisation d'études énergétiques, structures et économiques à partir de la maquette.

Cas des objets fabricants :

Lorsque des objets existent sous format BIM, proposés par les industriels et les plateformes dédiées, leur usage n'est accepté qu'en phase réalisation sous les conditions suivantes :

- Que ces objets correspondent au niveau de détails géométrique demandé dans le présent cahier des charges. Un niveau de détails trop élevé risque d'alourdir la maquette et d'être un frein à son utilisation par les différents intervenants
- Que le niveau d'information correspond à minima au niveau de LOI demandé dans le cahier des charges de la maîtrise d'ouvrage. L'intérêt de l'intégration d'objets fabriquants est justement d'avoir un niveau de détails d'information plus exhaustif.

2.4.8 MODELISATION GEOMETRIQUE

Sauf mention contraire, la forme des ouvrages, équipements et espaces contenus dans la maquette numérique a une représentation 3D. Certains objets comme les garde-corps et les pare-soleils peuvent comporter un grand nombre d'éléments, de même qu'une représentation très détaillée, notamment des formes courbes, peuvent alourdir considérablement la taille du fichier IFC. Il revient à la maîtrise d'œuvre de choisir le modèle qui présente **le meilleur compromis entre la fidélité de la représentation et son poids** selon les nécessités d'une représentation graphique compte tenu des modes usuels.

Le niveau de détail attendu en phase DOE est précisé à **l'annexe n°2 « Table des attributs par éléments »**.

2.4.9 CLASSIFICATION DES OBJETS

La codification **Unifomat CSI 2010** sera utilisée par défaut. Une attention particulière sera donnée lors du lancement de la production BIM afin de **valider la version de l'Unifomat** utilisée par chaque contributeur avec **les libellés en français**.

2.4.10 COMPOSITION DES ELEMENTS

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

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

2.4.11 USAGES DE CARACTERES ACCENTUES

L'usage de caractères accentués pour le nommage d'éléments, d'espaces et de zones **est à proscrire** tant que possible, dans la mesure où les logiciels d'import d'IFC ne gèrent pas ces types de caractères.

2.4.12 CONFORMITE POUR IMPORT DANS L'OUTIL BIM D'EXPLOITATION - MAINTENANCE

La responsabilité de la conformité de la maquette numérique incombe à l'équipe de BIM Management EXE. Le BIM Management EXE en assure le contrôle tant sur l'aspect 3D que sur les enrichissements en cours d'exécution. Lors de la réception, l'ensemble des non-conformités est noté avec les corrections apportées sous forme d'annotations intégrées à la maquette numérique (via BCF).

Quatre catégories de non-conformités sont proposées :

- erreur de localisation,
- erreur de modélisation,
- erreur d'équipement,
- erreur d'attribut.

L'équipe de BIM Management EXE doit assurer la conformité de la maquette numérique DOE (formats ifc et natifs), a minima, jusqu'à l'issue de la période de garantie de parfait achèvement (GPA).

Le bon démarrage d'une exploitation nécessite que la maquette, enrichie et complète, soit réceptionnée au moins un mois avant la prise en charge du site (réception initiale). Seuls sont tolérés les défauts identifiés en GPA : dans ce cas une maquette finale pourra être réceptionnée en fin d'année de parfait achèvement.

2.4.13 NIVEAU DE DEVELOPPEMENT

A chaque élément de la maquette correspond un niveau de détails géométrique décrit par un chiffre. Le référentiel est celui publié par le BIM Forum dans sa version 2024.

Les niveaux de détails géométriques et d'informations sont décrits dans une annexe spécifique pour chaque phase : **Se référer à l'annexe n°2 « Table des attributs par éléments »**

2.5 FORMATIONS ET COMPETENCES

Les projets en BIM amènent à de nouvelles pratiques (collaborative) et l'appropriation de nouveaux outils par les acteurs. Aussi il est important de rappeler que **les facteurs de réussite d'un projet BIM sont à 20% liés aux technologies et à 80% liés à l'humain.**

Il est donc essentiel que l'ensemble des acteurs fournissent une stratégie cohérente concernant la formation de leurs équipes. Et qu'ils associent à chaque intervenant, tout certificat de formation aux pratiques des méthodes BIM et d'outils associés.

En particulier devront être présentés les aptitudes et les certificats des pratiques de méthodes et d'outils de type :

- **Organisation et gestion de projet BIM** : Certification et formation de personnes et d'entreprises
- **Modélisation BIM** : Allplan, ARCHICAD, Bentley AECOsim, Revit, ...
- **Plateforme d'échange de données** : BIMData.io, Tortoise SVN Server, DropBox, Google Drive, ...
- **Gestion et revue de projet** : BIMcollab BCF Manager, BIM +, BIMData.io, ...
- **Simulation BIM** : RT2012 (Cype, Climawin ...), STD, FLJ, Tekla Structure, FISA MEP, Navisworks, ...
- **Contrôle et audit IFC** : Solibri Model Checker, Simple BIM, BIMData.io, ...
- **Rendu et vidéo photo-réaliste** : Twinmotion, Lumion, 3ds Max, ...
- **Exploitation - Maintenance** : Active 3D

3 MANAGEMENT

3.1 STANDARDS ET REFERENCES DOCUMENTAIRES

Pour maîtriser les risques associés à la mise en place de ce projet en mode BIM, les références documentaires et standards internationaux suivants seront appliqués :

- **Gestion de projet BIM :**
Les standards PAS 1192 :2 et PAS 1192 :3, normes ISO 19650-1 et 19650-2.
- **Classification des données du bâtiment :**
La tables de classification de données du bâtiment utilisée par le CHU de Clermont Ferrand sont par défaut les tables Unifomat. Ces tables respectent la norme ISO 12006-2 :2015, Construction immobilière - Organisation de l'information des travaux de construction - Partie 2 : Plan type pour la classification de la donnée.
- **Echanges de données via les IFC :**
Norme : ISO 16739
- **Niveaux de détails**
LOD du BIM Forum 2024 : <http://bimforum.org/lod/>
- **Convention BIM :**
Guide méthodologique : https://buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr/wp-content/uploads/dlm_uploads/2019/03/Guide-Convention-BIM.pdf
- **Sécurité informatique**
Référentiel : PAS 1192-5

Le PAS 1192-5 explique la nécessité d'appliquer des contrôles de fiabilité et sécurité tout au long du cycle de vie du bâtiment (y compris en exploitation/maintenance), il offre une approche holistique.

3.2 ROLES ET RESPONSABILITES

Le **chef de projet ou chargé d'opération** garantit depuis la conception jusqu'à la livraison de l'ouvrage, la bonne réalisation du projet de construction, dans le respect des objectifs de qualité, de coût et de délai qui lui sont fixés. Il est le représentant du maître d'ouvrage pendant chacune des phases des projets, en assurant jusqu'à l'année de parfait achèvement, le suivi technique, administratif et financier du projet. Le chef de projet utilise la maquette BIM pour visualiser et comprendre le projet.

L'équipe de BIM Management ne se substitue pas à l'architecte ni au chef de projet dans la responsabilité de la conduite des études et du projet architectural. Elle est responsable des maquettes numériques pour l'ensemble du groupement et sa fonction consiste à anticiper les problématiques propres aux échanges d'informations afin de garantir :

- La réponse aux attentes du chef de projet et de l'architecte, en termes de délais ;
- La conformité des maquettes numériques par rapport aux cahiers des charges BIM et de leurs annexes;
- Le respect de la convention BIM du projet.

Elle doit définir les objectifs BIM avec une vision d'ensemble sur la participation des intervenants externes, des partenaires collaborateurs ou des équipes internes.

Le BIM coordinateur (ou référent BIM) est présent au sein de toutes les structures qui contribuent au contenu de la maquette. Le BIM Coordinateur de chaque partie dispose d'un certain nombre de responsabilités, dont entre autres :

- Transfert du contenu de la modélisation de sa partie à une autre
- Validation et contrôle du niveau de détail tel que défini pour chaque phase du projet
- Validation du contenu de la modélisation au cours de chaque phase du modèle
- Combiner ou lier plusieurs modèles
- Participer à des réunions de revue de conception et de coordination du modèle
- Communiquer les questions vers les équipes internes et inter-entreprises
- Vérification du nommage précis des fichiers conforme au cahier des charges
- Gestion du contrôle des versions logicielles et de la maquette numérique
- Stockage correct des modèles dans le système de gestion de projet collaboratif

Le BIM Modeleur exerce essentiellement un rôle de modélisation de la maquette numérique, il est responsable de la saisie des éléments et de leurs propriétés dans le respect de la convention BIM. Son rôle consiste également à la production de livrables issus des maquettes numériques.

Les fonctions principales à intégrer à la maîtrise d'œuvre dans un projet BIM sont la stratégie, le management et la production. Elles se répartissent traditionnellement entre les acteurs de la façon suivante :

	Stratégie					Management					Production	
Tâches	Stratégie et objectifs BIM	Processus et workflow	Standards et bonnes pratiques	Implémentation et déploiement	Accompagnement et support équipes	Plateforme d'échange	Convention BIM	Vérification des modèles	Coordination des modèles	Création de contenu (familles,	Modélisation	Production des livrables
BIM Management												
BIM Coordinateur												
BIM Modeleur												

La taille du projet déterminera la structure de l'équipe BIM. Le BIM Management du projet peut exercer toutes les fonctions sur des petits projets.

3.3 PROPRIETE INTELLECTUELLE

(Source : « MISSION « DROIT DU NUMERIQUE & BATIMENT » », Xavier PICAN, 31 janvier 2016)

Les données contenues dans la maquette peuvent faire l'objet d'une protection individuelle mais la maquette numérique dans son ensemble peut également faire l'objet d'une protection au titre du droit d'auteur en raison de son originalité.

Les protections applicables par le droit d'auteur et le droit sui generis des bases de données en fonction des différents niveaux de BIM.

Niveau de BIM utilisé / Type de protection	BIM de niveau 2
Protection par le droit des bases de données	Protection sui generis de la base de données. Protection de la structure et de l'organisation de la base de données
Protection par le droit d'auteur	Œuvre composite : L'auteur de la première contribution conserve ses droits sur sa contribution qui est incorporée dans la seconde contribution et ainsi de suite. Les contributeurs peuvent céder leurs droits successivement pour plus de simplicité. L'œuvre composite devient alors la propriété du dernier contributeur. Les cessions de droit peuvent intervenir au fur et à mesure. Les cessions doivent respecter le formalisme prévu à l'article L.131-3 du Code de la Propriété Intellectuelle Œuvre collective (si divulgation de l'œuvre par un BIM Manager ou par un tiers en son nom et pour son compte)

Note : Pour l'opération concernée par le présent document, le titulaire cède gratuitement au CHU de Clermont-Ferrand tous ses droits de propriété intellectuelle nés de l'exécution du présent marché, y compris dans le cas de développement de logiciel(s) spécifique(s) à son objet, pour leur durée légale et pour toutes utilisations de diffusion, de reproduction, de représentation, à des fins de modification, de transformation, nécessaires à la réalisation de l'opération, à l'exploitation des ouvrages ou à toute communication de toute nature en lien avec cette réalisation ou cette exploitation, et ce, sur tout support et dans le monde entier.

3.4 PRINCIPES DE COLLABORATION

L'objectif de la formalisation de l'organisation du projet et des données est de **mettre en place un environnement commun de partage des informations** accessible aux équipes projet permettant :

- Un accès multi-utilisateurs
- Une efficacité opérationnelle
- Un Viewer IFC
- Un Module d'affichage BCF
- Une collaboration inter discipline
- Une sécurité de la donnée (accès crypté et sauvegardes redondantes)

Le CHU de Clermont-Ferrand exige que le MOE propose 3 plateforme collaborative BIM qui intègre à minima un viewer IFC et un module d'affichage BCF. Les fonctionnalités de ces trois plateformes seront présentées au MOA afin de choisir une plateforme pour l'utiliser sur l'opération de GM3 (administration et location par le MOE).

3.4.1 MANAGEMENT DES MAQUETTES NUMERIQUES

Les versions actuelles des logiciels BIM ont des limites de performances. Celles-ci se caractérisent le plus souvent par une taille maximale recommandée de fichier. **La taille maximale recommandée est de 300 Mo par fichier.**

Si nécessaire, le découpage doit être unique pour tous les métiers. Il doit répondre à des contraintes constructives. Il est important de limiter au maximum le nombre de découpage. Un schéma en plan précisant le découpage choisi doit être intégré. Une segmentation qui peut être nécessaire selon l'organisation logicielle retenue et notamment les contraintes des références de niveau, grilles et zones.

Par anticipation d'un découpage des modèles nécessaires, **la méthode sera définie dans la Convention BIM**, selon par exemple :

- Segmentation en Métiers
- Liste des disciplines
- Liste des lots, macro-lots
- Segmentation en Zones
- Programme (global, pièces par pièces...)
- Systèmes architecturaux (système fonctionnels...)
- Structure (Façades, JD, matériaux...)
- Système des lots techniques (aéraulique, hydraulique...)
- Segmentation par Phasage
- La Topographie (parcelle, relevé de l'existant...)
- Les Niveaux et Files
- La Segmentation par séquence de construction : Existant, Projet, Tranche A...

Discipline	Autres exemples de ruptures dans la conception
Architecture	Etage par étage
Structure	Ruptures majeures de la géométrie telles que les ailes d'un bâtiment ou les joints de dilatation
CVC	Les joints de construction tels que les socles et la tour
Electrique	Travailler par zone ou par phase de travail
Civil (VRD)	Groupe de données

3.4.2 CONVENTION DE NOMMAGE DES MAQUETTES NUMERIQUES ET PLAN DWG

Objet	[Codesite]	[Code secteur]	[Code Bâtiment]	[Spécialité]	[Phase]	[Emetteur]
Nbre de caractères	1			3	3	3
Alphanumérique				X	X	X
Numérique	X	X	X			
	2 : Hôpital Louise Michel	Cf. Annexe 1-Charte graphique	Cf. Annexe 1-Charte graphique	ARC, STR, CVC, PLB, CFO, CFA	APS, APD, PRO, DCE, EXE, DOE	

Exemples :

Maquette : [Code site]_[Code secteur]_[Code bâtiment]_[Spécialité]_[Phase]_[Emetteur]

Concernant la codification des plans DWG issus de la maquette numérique, la codification doit être conforme à la charte graphique du CHU (Cf. Annexe 1- Charte graphique).

3.4.2 STRUCTURE DES DOSSIERS PROJET

La structure des dossiers du projet en lien avec le cycle de validation des documents devra correspondre à l'architecture ci-après :

 [Classeur du projet]

 BIM

[Dépositaire de la donnée BIM]

 **01 – DNV – Données_Non_Validées**

[Dépositaire des données BIM non validées]

 CAD

[Fichiers 2D/CAD DWG, DW, PDF, ...]

 BIM

[Maquettes Numériques]

 Export

[Exports : gbxml, images, ...]

 WIP - TEMP

[WIP-Zone de partage temporaire]

 **02 – DPA – Données_Partagées**

[Données vérifiées et partagées]

 CAD

[Fichiers 2D/CAD]

 BIM

[Maquettes Numériques]

 CoordModels

[Modèles compilés]

 **03 – DPU – Données_Publiées**

[Données Publiées]

 AAAAMMJJ - Description

[Dossier de dépôts de livrables]

 AAAAMMJJ - Description

[Dossier de dépôts de livrables]

 **04 – DAR – Données_Archivées**

[Dépositaire des données archivées]

 AAAAMMJJ - Description

[Dossier de dépôts de livrables]

 AAAAMMJJ - Description

[Dossier de dépôts de livrables]

 **05 – RES – Ressources**

[Dépositaire des données entrantes]

 Cartouches

[Cartouches du projet]

 Logos

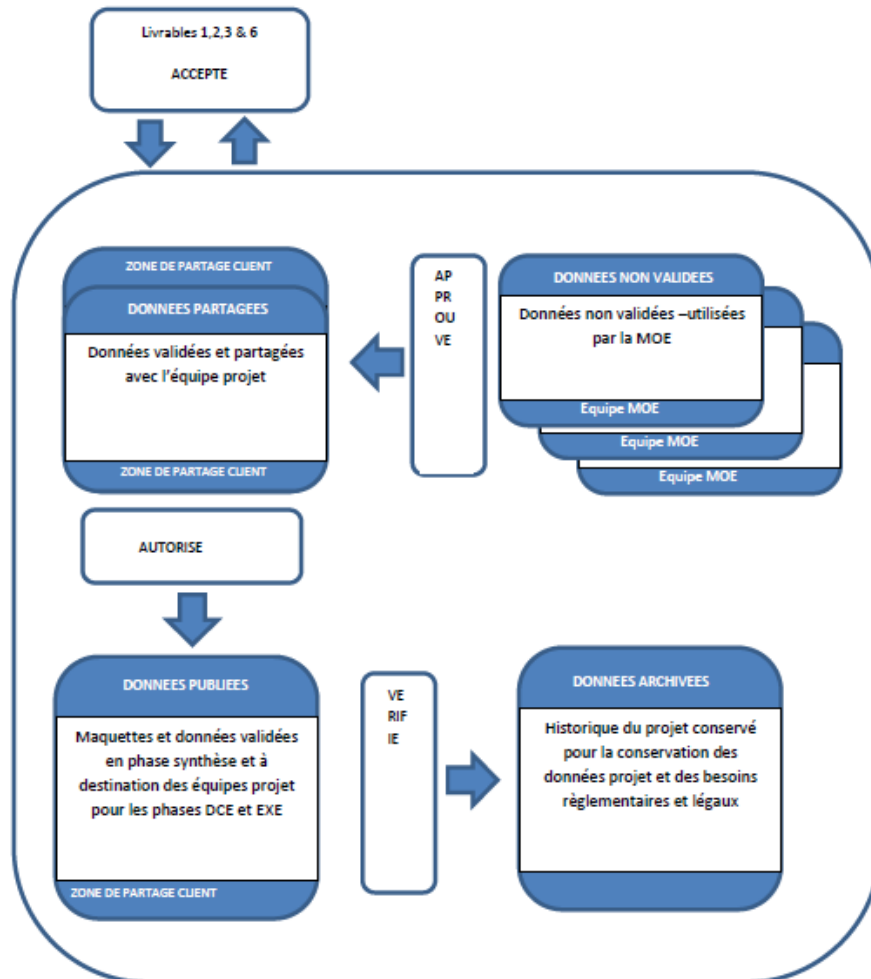
[Logos du projet]

 Standards

[Standards du projet]

3.4.3 PLATEFORME CENTRALE DE PARTAGE DE DONNEES ET DE DOCUMENTS

La plateforme centrale de partage de données et de documents suit la logique du PAS 1192-2 de validation des données :



3.4.4 REUNIONS DE TRAVAIL BIM

Des réunions de travail sont prévues tout au long du projet et l'ensemble des acteurs doit définir dans la convention BIM :

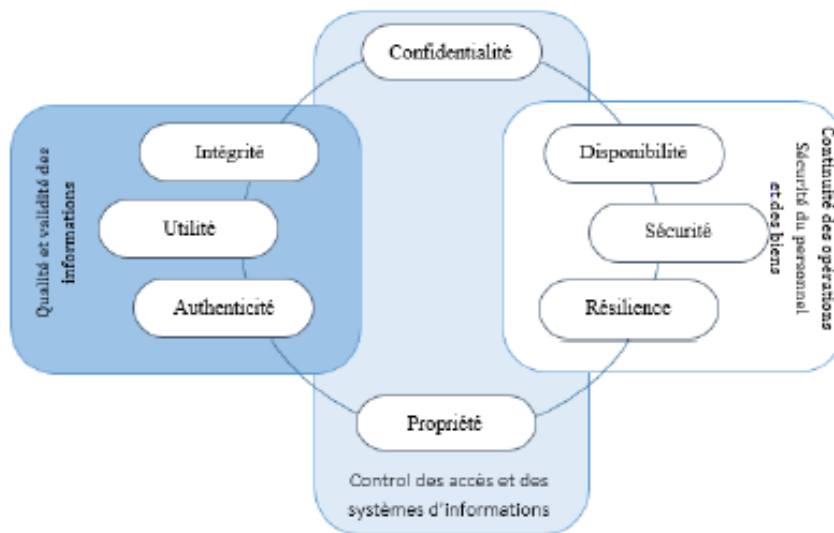
- La fréquence de collaboration ;
- La réunion de lancement conception et exécution ;
- Les revues de modèles ;
- Les revues des pratiques collaboratives via le journal BIM.

3.5 SECURITE

En conséquence de l'utilisation croissante de système informatique et des outils de télécommunication, et au regard de notre dépendance croissante à l'égard de ces technologies, **il est nécessaire d'anticiper les problèmes inhérents de vulnérabilité** et notamment de prendre des **mesures appropriées et proportionnées** pour :

- Protéger les informations sur la localisation et les propriétés de bâtiment et de ses systèmes classés comme sensibles et généralement non visible via d'autres sources,
- Protéger certaines informations sensibles rapportant au bâtiment et ses systèmes, dont l'emplacement peut être facilement identifié,
- Identifier et traiter les risques lorsque l'agrégation, l'augmentation ou l'association de données, liés à un bâtiment ou à ses systèmes pourrait compromettre la sécurité ou le fonctionnement de ceux-ci.

Une **matrice de gestion des droits** viendra compléter la proposition du dispositif de **sécurité** et celle-ci sera mise en œuvre dès le lancement de la plateforme collaborative.



Ainsi l'ensemble des intervenants devra produire une réponse aux éléments suivants :

- **Confidentialité** : Garantir le contrôle d'accès et de prévention d'accès non autorisé à des informations ou des données, qui pourraient être sensibles de façon isolées ou dans leur ensemble,
- **Intégrité** : Veillez au maintien de la consistance, de la cohérence et la bonne configuration de l'information et des systèmes, et prévenir de leurs modifications non autorisées,
- **Authenticité** : Veiller à ce que les insertions et extractions d'informations et de données, depuis la maquette numérique, depuis les systèmes d'information (y compris la plateforme de collaboration) et de tout processus associés, soit authentiques et n'est pas été altéré ou modifié,
- **Utilité** : Garantir que la maquette numérique et toutes informations associées au bâtiment restent utilisables et utiles à travers le cycle de vie du bâtiment,
- **Disponibilité** (y compris la fiabilité) : Veiller à ce que l'information sur le bâtiment, ses systèmes et les processus associés sont toujours accessibles et utilisables de manière appropriée et en tout temps.
- **Propriété** : Prévenir de toute intervention, manipulation ou interférence non autorisées durant la conception, la construction, l'exploitation et la maintenance du bâtiment, de ses systèmes et de tout processus liés,

- **Résilience** : Assurer la capacité de transformer, de renouveler et de récupérer en tout temps de l'information sur le bâtiment et ses systèmes suite à des événements indésirables,
- **Sécurité** : Durant les phases de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance du bâtiment et de ses systèmes les intervenants doivent assurer la prévention contre tout événement accidentel entraînant des blessures, des pertes de vie, ou des dommages environnementaux involontaires.

La présente opération ne nécessite pas de contrainte particulière par rapport à la confidentialité des données. Cependant la plateforme collaborative devra permettre une **sauvegarde redondante** de la donnée et un **accès crypté** de type certificat SSL. De plus, tout vol d'ordinateur comportant des informations jugé critique par rapport à l'opération devra être notifié à la maîtrise d'ouvrage dans un délai maximal de 72h.

3.6 PERFORMANCE DES SYSTEMES

Afin d'anticiper toute situation de blocage due aux écarts de puissance, d'incompatibilités (Mac, Windows, Version logiciel ...), il conviendra de recenser les caractéristiques majeures de l'infrastructure informatique des contributeurs, notamment :

- Les matériels mobilisés par chaque contributeur (ordinateur portable, station de travail collaborative ...)
- RAM (Go)
- Système d'exploitation
- Carte graphique (GPU)
- CPU (Ghz)
- Débit internet

De plus il est également primordial de recenser les caractéristiques des suites de logiciels mise en œuvre par les contributeurs, notamment :

- Les logiciels de visualisation, de contrôle et de gestion de patrimoine
- Les versions de logiciels
- Protocole de collaboration sur la maquette numérique en interne (Serveur, cloud, poste à poste)
- Les contrats ou procédures de mise à jour des logiciels.

3.7 PROGRAMME DE CONFORMITE

Afin d'assurer le respect des attentes de la MOA par rapport à la tenue du plan des livrables et du Convention BIM tout au long du projet, un Plan d'assurance qualité doit être mise en œuvre.

Ainsi, l'ensemble des autocontrôles présentés dans la table ci-après doivent être mis en œuvre dès le début de la production BIM et ce jusqu'à la livraison du Projet :

Contrôles	Définition	Responsable
Contrôle visuel	Vérifier la concordance du modèle avec le projet	BIM Management
Contrôle géographique	Vérifier le positionnement géo-référencé du projet	Coordination BIM
Contrôle d'interférence	Détecter des incohérences physiques et logiques entre 2 éléments des modèles de projet	BIM Management Coordination BIM Production BIM
Contrôle de niveau de détail et d'information	Vérifier que les attributs des objets respectent bien le niveau de développement convenu pour la phase considérée	BIM Management
Contrôles des modèles	Vérifier l'adéquation des modèles géométriques, alpha numériques et analytiques vis à vis des objectifs définis dans les cas d'usages.	Coordination BIM
Contrôle des standards graphiques	Vérifier des standards graphiques CAD	Coordination BIM
Contrôle des processus	Vérifier que les processus des cas d'usage sont suivis.	BIM Management
Contrôle des notes et observations	Vérifier les processus de prise en compte des notes	BIM Management Coordination BIM
Contrôle des livrables	Vérifier la liste des livrables avec ceux attendus.	Coordination BIM
Contrôle la qualification des codes et nomenclatures	Vérifier le respect des classifications retenues pour le projet ou par les usages BIM.	Coordination BIM
Contrôle de l'environnement BIM	Vérifier le bon fonctionnement du serveur ou de la plateforme comme définie par la convention	BIM Management

4 PRODUCTION

4.1 LIVRABLES ATTENDUS PAR PHASE

4.1.1 JEUX DE LIVRABLES 1 – ETUDES D'ESQUISSE (CONCOURS)

Objectif : Au stade concours la Maitrise d'Ouvrage a besoin que l'ensemble des éléments demandés dans son programme soit consultable depuis la maquette numérique afin de vérifier son respect et sa cohérence (Esquisse +).

Livraison : Une fois en fin de phase.

Livrables : Une pré-convention BIM, une maquette par spécialité (IFC et natif) + une maquette de coordination (assemblée) et les éléments suivants issus de celles-ci correspondants aux attendus du règlement de la consultation du concours.

Contenu de la convention : La convention BIM abordera et apportera une réponse à l'ensemble des points détaillés ci-dessous :

- Clauses techniques et de contenu de la maquette
 - Les logiciels utilisés par la maitrise d'œuvre
 - Formats d'échange
 - Géo référencement et localisation
- • Modélisation
 - Les Maquettes
 - Arborescence spatiale
 - Modélisation géométrique
 - **Niveau de détail** de la maquette numérique associés à chaque livrable. Respectant à minima les informations nécessairement contenus directement dans la maquette numérique selon l'Annexe 2. Les autres informations accessibles depuis les documents liés seront également précisées.
- Formations, certifications et compétences
- Management
 - Standards et références documentaires
 - Rôle et responsabilités
 - Organisation projet et des livrables
 - Model management
 - Volumes, Zones, Espaces
 - Convention de nommage
 - Structure des dossiers projet
 - Sécurité
 - Processus de coordination et de détection de clash
 - Collaboration
 - Planning des réunions de travail
 - Exemple de journal BIM pour le suivi du projet

- Plateforme centrale de partage de données et de documents
- Processus de publication de données
- Performance des systèmes du MOE
- Programme de conformité
- **Stratégie de production des livrables, et plus particulièrement la maquette numérique DOE** (description de la structuration des données de la maquette numérique) en précisant :
 - La provenance, la référence et la date de publication des documents EXE utilisé comme base de modélisation
 - La liaison de documents externes (fiche espaces, fiche produits, rapports d'essai, manuels d'exploitation, certification, etc.)
 - La structuration de l'arborescence de la maquette numérique finale
 - Les liens entre les fichiers qui la constituent, et sa décomposition par rapport au corps d'états mise en œuvre dans le projet

4.1.2 JEUX DE LIVRABLES 2 – AVANT-PROJET SOMMAIRE APS (MODELE D'INFORMATION PROJET)

Objectif : Les études d'avant-projet sont fondées sur le programme de travaux établi par le Maître d'œuvre et validé par le Maître d'Ouvrage et le cas échéant complété ou approfondi.

Au cours de ces études, la poursuite du dialogue instauré avec le Maître d'Ouvrage doit permettre à celui-ci, sur propositions de la maîtrise d'œuvre, d'arrêter les choix principaux de manière à être en mesure de présenter à l'administration le dossier de demande de permis de construire, de poursuivre les études et d'aboutir à la production des documents ci-après désignés, en tenant compte de ces décisions.

Livraison : Une fois à la demande du chef de projet pour la réunion de concertation interne + Une fois en fin de phase.

Livrables : Une convention BIM, une maquette par spécialité (natif + IFC) + une maquette de coordination (assemblée) et les éléments suivants issus de celles-ci correspondants aux attendus des dispositions du Cahier des Clauses Techniques Particulières du marché de maîtrise d'œuvre.

Contenu de la convention : La convention BIM abordera et apportera les compléments de réponse à l'ensemble des points listés au titre de la pré-convention fournie en phase concours.

La convention BIM sera par la suite corrigée/amendée autant que nécessaire à chaque phase de conception et lors des étapes clé de l'exécution.

4.1.3 JEUX DE LIVRABLES 3 – AVANT-PROJET DETAILLE APD (MODELE D'INFORMATION PROJET)

Objectif : Les études d'avant-projet sont fondées sur le programme de travaux établi par le Maître d'œuvre et validé par le Maître d'Ouvrage et le cas échéant complété ou approfondi.

Au cours de ces études, la poursuite du dialogue instauré avec le Maître d'Ouvrage doit permettre à celui-ci, sur propositions de la maîtrise d'œuvre, d'arrêter les choix principaux de manière à être en mesure de présenter à l'administration le dossier de demande de permis de construire, de poursuivre les études et d'aboutir à la production des documents ci-après désignés, en tenant compte de ces décisions.

Livraison : Une fois à la demande du chef de projet pour la réunion de concertation interne + Une fois en fin de phase.

Livrables : Une maquette par spécialité (natif + IFC) + une maquette de coordination (assemblée) et les éléments suivants issus de celles-ci correspondants aux attendus des dispositions du Cahier des Clauses Techniques Particulières du marché de maîtrise d'œuvre.

4.1.4 JEUX DE LIVRABLES 4 - PRO/DCE (MODELE D'INFORMATION PROJET)

Objectif : Les études portant sur le projet de conception sont fondées sur le contenu des études d'avant-projet acceptées par le Maître d'Ouvrage ; elles devront tenir compte des éventuelles observations formulées lors de l'instruction du permis de construire ainsi que de celles du contrôleur technique et du coordonnateur de sécurité.

Cet élément de mission recouvre principalement quatre domaines de préoccupation : la qualité, le prix, le délai, et l'usage.

- En ce qui concerne la qualité : permettre de décrire l'ouvrage projeté sous la forme d'une synthèse de tous les choix effectués depuis l'esquisse sachant qu'à l'issue de ce présent élément de mission
- Les choix doivent couvrir la totalité des constituants de l'ouvrage, et de s'assurer que l'ouvrage projeté répond dans ses détails au programme arrêté
- En ce qui concerne le prix, la mise au point du projet de conception doit permettre de déterminer le coût détaillé de l'ouvrage (hors marché en conception construction)
- En ce qui concerne les délais, le projet de conception doit permettre d'établir un calendrier enveloppe des travaux et de s'assurer de la cohérence de la réalisation avec ses contraintes de livraison et de mise en place des services d'exploitation
- En ce qui concerne l'usage, le projet de conception doit permettre d'explicitier les conditions d'accessibilité, d'usage et d'adaptabilité de l'ouvrage, et de donner les éléments permettant d'estimer les coûts d'exploitation concernant les consommations énergétiques et les coûts de fonctionnement.

Livraison : Une seule fois en fin de phase et à la demande du chef de projet

Livrables : Une convention BIM phase exécution à joindre au DCE, une maquette (formats IFC et natif) par spécialité + une maquette de coordination (assemblée) et les éléments suivants issus de celles-ci correspondants aux attendus des dispositions du Cahier des Clauses Techniques Particulières du marché de maîtrise d'œuvre.

4.1.5 JEUX DE LIVRABLES 5 – DET (MODELE D'INFORMATION PROJET)

Objectif : La direction de l'exécution des contrats de travaux doit permettre de s'assurer :

- Que les travaux sont effectués conformément au projet architectural ainsi qu'aux dispositions des documents contractuels des marchés conclus entre le Maître d'Ouvrage et les entreprises
- Que les travaux sont effectués conformément à la réglementation à laquelle le marché fait référence.
- A cet effet la maîtrise d'œuvre doit :
 - En liaison avec le Maître d'Ouvrage, prendre dans les conditions fixées dans le contrat, les décisions que nécessite la réalisation du chantier, en particulier en cas d'événements imprévus
 - Faire toutes propositions au Maître d'Ouvrage en ce qui concerne l'interprétation des clauses des marchés
 - Fournir aux différents intervenants les explications qui se révèlent nécessaires à la compréhension des documents remis

- Assurer la gestion financière des travaux à partir des documents financiers contractuels.

Livraison : Mise à jour maquette à chaque fin de mois

Convention BIM EXE

Maquette Numérique (formats IFC et natif) : Une maquette par spécialité + une maquette de coordination (assemblée) permettant de :

- Signaler les problématiques identifiées sur le chantier
- Utiliser les BCF pour formuler les remarques directement sur la maquette

Les plans d'EXE non modélisés doivent être repris dans la maquette.

4.1.6 JEUX DE LIVRABLES 6 – AOR (MODELE D'INFORMATION PROJET)

Objectif : Cet élément de mission a pour objet de permettre au Maître d'Ouvrage de prononcer la réception et obtenir la levée des réserves éventuelles.

Livraison : Une seule fois en fin de phase

Maquette Numérique : Une maquette par spécialité + une maquette de coordination (assemblée) permettant de :

- Mettre en œuvre l'utilisation de la Maquette Numérique de fin de phase EXE dans une application type Resolving, FinalCAD, Batipad,
- Reprendre les éléments des OPR
- Faire le lien avec les données des PV des essais des équipements techniques

4.1.7 JEUX DE LIVRABLES 7 - RECEPTION DOE (MODELES D'INFORMATIONS DES OUVRAGES EXECUTES ET D'EXPLOITATION-MAINTENANCE)

Objectif : Cet élément de mission a pour objet de permettre au Maître d'Ouvrage de constituer le dossier des ouvrages exécutés nécessaires à l'exploitation de l'ouvrage

Livraison : Une seule fois en fin de phase

MNEM : Une maquette de coordination (assemblée) que l'on nommera **MNEM** pour la Maquette Numérique d'Exploitation Maintenance :

- Selon l'architecture du dossier DOE numérique défini **via la plateforme collaborative et** permettant la validation des rendus au fil de l'eau sur la durée de la GPA (1 année):
 - Maquette numérique tel que construite natif et IFC
 - **Informations et attributs selon l'annexe n°2 : Table des attributs par éléments**

MNOE : Une maquette par spécialité + une maquette de coordination (assemblée) que l'on nommera **MNOE** pour la Maquette Numérique des Ouvrages Exécutés :

- Selon l'architecture du dossier DOE numérique défini **via la plateforme collaborative et** permettant la validation des rendus au fil de l'eau sur la durée de la GPA :
 - Maquette numérique tel que construite natif et IFC
 - Informations et attributs selon l'annexe n°2 : Table des attributs par éléments
 - Nomenclatures des quantités par lot issus des maquettes numériques.

- Plan dwg issu de la maquette numérique et conforme à la charte graphique du CHU de Clermont-Ferrand (Cf. Annexe 1 : Charte graphique)

5 ANNEXES

5.1 CHARTE GRAPHIQUE

ANNEXE n°1 : voir fichier « ANNEXE 1 _ Charte Graphique.pdf »

5.2 TABLE DES ATTRIBUTS PAR ELEMENTS

ANNEXE n°2 : voir fichier « ANNEXE 2 _ Table des attributs par éléments.xls »

N.B : Cette annexe n'est pas définitive, il est possible d'enrichir le niveau d'information en fonction du paramétrage de la GMAO CARL Source, mais gardera la structure en Unifomat II et IFC.

6 GLOSSAIRE

Le **BIM** est un processus de gestion de projet reposant sur le travail collaboratif des différents acteurs autour d'une **maquette numérique** (MN) du projet, qui contient la géométrie, la sémantique (murs, dalles, fenêtres...) et des informations associées (composition des murs, référence des éléments constructifs, des équipements...)

Il est théorisé de diverses façons, dont les éléments de langage suivants :

- Niveaux de BIM :
 - **Niveau 1** = maquette numérique réalisée par un intervenant, ou chaque intervenant de son côté, sans échange avec les autres (l'architecte réalise son projet avec Archicad ou revit, le BET réalise une maquette structure à partir de fichiers 2D transmis par l'architecte...)
 - **Niveau 2** = chaque intervenant travaille sur une maquette chez lui, échangée avec les autres acteurs, qu'ils complètent et renvoient après réception, ou qu'ils synchronisent alors avec leur propre maquette (le BET reçoit la maquette de l'architecte et vérifie et complète la structure, puis la renvoie à l'architecte, l'économiste réalise les pièces écrites à partir de la maquette archi...)

La synthèse du projet est réalisée en fusionnant les maquettes, ou en les agrégeant dans des outils de visualisation (visionneuse comme Tekla BIMsight, NavisWorks, ou des sites web comme BIMplus.net)

Les échanges se font dans le format natif si les acteurs travaillent avec le même logiciel (Revit par exemple, mais ce n'est pas le seul), ou par des formats neutres (GBxml pour la thermique, IFC dans la plupart des cas)

Un format standard d'annotation est désormais disponible : BCF, qui permet aux acteurs d'échanger des annotations géolocalisées (avec une visionneuse ou un site web, un maître d'ouvrage pourra lier des annotations BCF à certaines entités, que le maître d'oeuvre importera ensuite dans sa maquette)
 - **Niveau 3** = tous les intervenants travaillent sur une même maquette centrale, accessible sur un serveur (ou localement avec des synchronisations automatiques)

Le niveau 3 est encore très rare, et ne peut se réaliser que si tous les acteurs travaillent avec les outils du même éditeur (Autodesk, Bentley...)

La plupart des opérations actuelles sont traitées en niveau 2, ou de façon hybride (certains acteurs travaillent sur une maquette commune s'ils ont le même logiciel, échangent en IFC avec d'autres, et certains traitent avec des outils classiques les informations qu'ils extraient de la maquette analysée avec un simple visionneuse).

- **IFC**

Acronyme de Industry Foundation Classes. Il s'agit d'un langage orienté objet utilisé par l'industrie du bâtiment pour échanger et partager des informations entre logiciels. Ce format de fichier est ouvert. Depuis mars 2013, les IFC sont labellisés ISO 16 739. Les IFC ont pour but d'assurer l'interopérabilité des logiciels métiers BIM.
- **Niveau de définition, de développement, LOD (Level of Detail)** : Il s'agit ici de la nature, qualité, précision, des éléments figurant dans la maquette.

Dans un raccourci rapide, on peut dire que cela correspond à l'échelle des documents livrés aux phases successives (APS au 1/200, APS au 1/100, etc...), avec également les informations non graphiques associées (matériaux, caractéristiques techniques, marques et références...) Des référentiels sont en cours de définition, l'un de ceux

disponible est le cahier Syntec publié par le Moniteur en 2014 : <http://www.syntec-ingenierie.fr/actualites/2014/05/16/bim-maquette-numerique-contenu-et-niveaux-de-developpement-du-9-mai-2014/>

- **LOI** (Level of Information) : Il s'agit de la description de la granularité des données et propriétés incluses pour un objet dans le modèle 3D
- Codification des intervenants

Codes disciplines	
Code	Discipline
ARC	Architecture
STR	Structure
CVD	Chauffage - Ventilation - Désenfumage
PLB	Plomberie – Sprinklage
CFO	Courants Forts
CFA	Courants Faibles

Codes Emetteurs	
Code	Emetteur
MOA	Maîtrise d'Ouvrage
AMO	Assistance à Maîtrise d'ouvrage
BIM	BIM Manager

- **Livrables :**

Les livrables contractuels restent dans la plupart des cas des documents 2D (plans, coupes, façades, pièces écrites...), ce qui rassure tout le monde.

On demande de livrer en plus la maquette à chaque phase de rendu, à la fois dans le format natif du logiciel, et dans le format neutre et interopérable IFC.

On demande aussi de garantir que les documents 2D et les informations figurant dans les livrables sont extraites de la maquette (et non réalisés à la main en parallèle, donc avec risque d'incohérences)

Il existe différentes façons de travailler via une plate-forme commune de gestion de projet, depuis de simples outils de partage (Dropbox, GoogleDrive) jusqu'à des applications intégrées de gestion de projet, en passant par des plateformes d'échange et de synthèse (comme BIMplus.net), qui peuvent être mis en service (et administrés !) par l'un ou l'autre des acteurs. S'il s'agit d'une plateforme de travail collaboratif lié à un logiciel (BIMserveur, ArchiCAD ou Revit), son déploiement est généralement du ressort de la Maîtrise d'Œuvre.

- **Documents contractuels :**

Le Maître d'Ouvrage, donne un **cahier des charges** à la Maîtrise d'Œuvre et aux Entreprises, dans lequel il indique ses objectifs en matière de BIM, de façon générale et spécifique au projet

La Maîtrise d'Œuvre rédige un « **protocole BIM** », « **Convention d'Exécution BIM** », dans laquelle elle détaille la façon dont va s'organiser le management BIM du projet (acteurs, outils, méthodes d'échanges, livrables, techniques de modélisation, etc...).