

# BIM Workbook

## Compréhension

Aide à la conception et la planification avec la méthode BIM



**BAUEN DIGITAL SCHWEIZ**  
BÂTIR DIGITAL SUISSE  
COSTRUZIONE DIGITALE SVIZZERA  
CONSTRUIR DIGITAL SVIZRA





# Sommaire et thèmes

<b>1. Objectif et but</b>	<b>6</b>
<b>2. Compréhension</b>	<b>6</b>
<b>3. Le processus Open BIM</b>	<b>7</b>
3.1 Open BIM et IFC	7
3.2 Objectifs à appliquer de la méthode BIM	8
3.3 Types de modèles	9
3.4 Déroulement et procédure	11
3.5 Le plan de développement BIM (PDB)	14
3.6 Rôles dans le déroulement de la planification BIM	15
3.7 Droits et responsabilités	19
3.8 Phases de planification LOD et niveaux de traitement	20
<b>4. Le plan de développement BIM (PDB)</b>	<b>25</b>
4.1 Plan d'utilisation: objectifs du projet et applications pour la mise en œuvre	26
4.2 Bases des travaux avec modèles techniques et partiels	28
4.3 Recommandations relatives à l'échange et la conservation de données	29
Plateformes de gestion des données de projet	30
4.4 Assurance qualité	31
Contrôles et vérifications	32
Rapports d'assurance qualité	33
<b>5. Principales utilisations BIM de l'étude de projet</b>	<b>34</b>
5.1 Création des documents de planification issus du modèle BIM	34
5.2 Le modèle d'information du projet (MIP) – un «descriptif détaillé numérique»	35
Echange d'informations par le biais du descriptif détaillé numérique	35
Assurance qualité	36

<b>5.3</b>	<b>Coordination et processus de planification</b>	<b>36</b>
	Bases du processus de planification	36
	Coordination	37
	Gestion des affaires en suspens par le biais du format de collaboration BIM (BCF)	37
	Tâches interdisciplinaires – Exemple planification des passages	38
<b>6.</b>	<b>Travaux avec modèles et éléments</b>	<b>39</b>
<b>6.1</b>	<b>Bases de l'organisation de modèle</b>	<b>40</b>
	IFC comme format d'échange et système de classification	40
	Classifications des éléments	41
	Règles fondamentales de modélisation	41
	Concepts de désignation	42
	Point de base du projet et emplacement du modèle	44
	Organisation verticale	45
<b>6.2.</b>	<b>Éléments de modèle Génie civil</b>	<b>46</b>
	Espaces	46
	Murs et façades	48
	Plafonds, sols, toits	49
	Portes et fenêtres	49
	Zones réglementées/locaux d'entretien	50
	Passages et ouvertures	51
<b>6.3.</b>	<b>Éléments de technique du bâtiment</b>	<b>52</b>
	Éléments du modèle de technique du bâtiment	52
	Règles de modélisation relatives aux composants techniques	53
<b>7.</b>	<b>Glossaire</b>	<b>57</b>
	Littérature complémentaire et références	60
	Limitation et utilisation	61
	Mentions légales	62

# BIM – Workbook

## Compréhension

Aide à la conception et la planification avec la méthode BIM

Dans la pratique de planification conventionnelle, l'échange d'informations s'effectue par plans et documents, sans structure d'organisation spécifique aux parties d'ouvrage. En revanche, la méthode BIM (Building Information Modeling) relative aux parties d'ouvrage permet de mettre en place une gestion des données intégrale qui facilite un haut niveau de transparence, d'efficacité, de qualité, ainsi qu'un contrôle des coûts et des délais tout au long du cycle de vie d'un immeuble. Le présent document vise à favoriser la compréhension globale de BIM et aider l'adoption des processus de planification numériques par tous les participants. Les recommandations suivantes sont le résultat d'un groupe de travail de Bâtir digital Suisse. Elles se placent dans un contexte où d'autres publications ont déjà été publiées abordant de manière exhaustive et détaillée les thèmes spécifiques (voir Littérature complémentaire et références, p. 60).

# 1. Objectif et but

Le BIM Workbook est censé aider les planificateurs et maîtres d'ouvrages à gagner en assurance dans leur approche avec la méthode BIM. BIM y est expliqué de manière compacte et concise afin d'en comprendre les bases. La structure et le déroulement d'un processus BIM sont également décrits de façon générale. Des informations et recommandations pertinentes relatives aux modèles BIM sont mises en évidence, ainsi que des données nécessaires à l'élaboration d'un plan de développement BIM (PDB). De plus, il met l'accent sur une utilisation de BIM conforme aux normes et réglementations existantes. Le BIM Workbook n'est en rien une norme, mais reflète les expériences tirées des exemples en matière de Best Practice.

# 2. Compréhension

La méthode BIM est synonyme de collaboration par des modèles virtuels de bâtiments visant à une meilleure coopération des participants dans le cadre du processus de planification, à une coordination de l'échange d'informations jusqu'aux prévisions de prestations d'un bâtiment en exploitation. Les modèles numériques doivent être considérés comme des banques de données permettant l'échange d'informations. Le Closed ou Open BIM se définit donc par le type de solution logicielle: dans le cas du Closed BIM, les participants travaillent avec le logiciel d'un fabricant unique. Quant à l'Open BIM, il s'agit d'abord d'une initiative de plusieurs fournisseurs de logiciels leaders qui utilisent et développent le modèle de données IFC ouvert (Industry Foundation Classes). Celui-ci comprend des données conformes à la norme ISO 16739 (schéma de données et format de fichier IFC), constitue des termes conformes à la norme ISO 12006-3 (en utilisant bsDD) et traite des informations selon la norme ISO 29481-1. Open BIM correspond également à une approche méthodologique qui se base sur des standards ouverts comme IFC, indépendamment du logiciel. Bâtir digital Suisse favorise une méthode de travail recourant aux formats de données libres. La méthode Open BIM est donc désignée par le terme «méthode BIM», sauf mention

contraire.

## 3. Le processus Open BIM

### 3.1 Open BIM et IFC

Open BIM constitue une méthode dans laquelle les données et informations créées lors de la planification sont saisies numériquement et «orientées selon l'objet» et sont rattachées à une structure d'objet supérieure. Le standard IFC normalisé ISO sert à hiérarchiser et structurer uniformément les données et objets virtuels (Industry Foundation Classes). L'utilisation de ce format de données libre et indépendant du fabricant permet de garantir la mise en œuvre de la méthode par l'ensemble des planificateurs.

En effet, la version actuelle IFC4 Addendum 2 (version février 2018) permet une bonne structure de classement afin de saisir, de hiérarchiser et d'échanger directement des données de modèles de bâtiments numériques. Dans sa version actuelle, ce format ne peut cependant pas traiter des formules et modélisations paramétriques relatives aux objets. C'est pourquoi, lors de l'utilisation du format d'échange IFC, la qualité de la structure d'organisation normalisée comme modèle de données et son utilisation comme archive de données sont actuellement prioritaires. Pour le moment, il n'est pas adapté comme format de transfert direct, c'est-à-dire pour échanger directement des données entre planificateurs techniques en vue d'un traitement ultérieur dans différents formats de logiciels.

Les planificateurs techniques participants élaborent en principe des modèles des spécialistes autonomes dans le logiciel habituel respectif. Il est néanmoins possible avec une exportation des données par IFC de mettre ces informations à la disposition des autres planificateurs comme modèles des spécialistes structurés IFC. On effectue différentes analyses sur ces modèles selon leurs objectifs et contenus, et on détermine aussi les quantités et les masses. Il est possible d'atteindre une coordination explicite et améliorée par une superposition des autres modèles. La sécurité contractuelle reste garantie au sein de la collaboration, car les responsabilités sont nettement délimitées dans la planification technique et aucun mélange ne se produit grâce aux bases de données partagées.

Chaque modèle des spécialistes se trouve au cœur du processus de travail. Toutes les informations de planification, des quantités et dimensions aux plans de

mise en œuvre, se fondent sur ces modèles concertés et vérifiés. Le matériel de planification est généré en fonction de ces sources.

### 3.2 Objectifs à appliquer de la méthode BIM

La définition des objectifs du projet constituent le point de départ de la planification stratégique avec BIM. Ils peuvent être variés et concerner aussi bien différentes priorités que différentes phases dans le cycle de vie d'un immeuble.

Les besoins, exigences et objectifs des maîtres d'ouvrage sont formulés dans les exigences d'information du projet (EIP).

Le planificateur réfléchit à la manière dont il peut mettre en œuvre les exigences d'information du mandant dans le processus de planification et y ajoute ce qui, selon lui, doit être réalisé en plus dans le déroulement de la planification par BIM. Ceci forme la base de la planification du processus BIM. Ces spécifications ont des conséquences sur les investissements et les prestations, l'organisation, les procédures, les modèles, les attributs et les classifications. Elles sont d'ailleurs consignées par le gestionnaire BIM dans un plan de développement BIM (PDB).

Le travail avec la méthode BIM doit permettre tout d'abord d'atteindre des objectifs prioritaires généraux:

- amélioration de l'assurance qualité et de la sécurité de planification par le biais d'une coordination améliorée des contenus et aperçus des quantités et dimensions, ainsi qu'un contrôle automatisé de la cohérence des données de planification,
- aide à la planification par une amélioration de la communication et par des visualisations,
- amélioration de la rentabilité et baisse des coûts de cycle de vie de l'ouvrage à l'aide d'un meilleur contrôle de gestion, de simulations et de contrôles des données spécifiques,
- assistance à la planification en matière de fonctionnement et d'utilisation de l'ouvrage, par le biais d'un examen des aspects spécifiques liés à l'utilisation et des directives d'entreprise de l'ouvrage,
- prise en compte des aspects sociaux et environnementaux par un contrôle des données, p. ex. concernant les directives de durabilité et d'accessibilité,
- assistance dans les phases d'appels d'offres et de construction, p. ex. par des spécifications de prestations basées sur les modèles et des simulations relatives au processus de construction.

On réussit à atteindre ces objectifs par les différentes possibilités et applications (désignées majoritairement comme utilisations) proposées par la méthode BIM:

- création de plans cohérents avec un logiciel compatible BIM,
- coordination des différents corps de métiers sur le modèle 3D,
- détermination et surveillance des quantités et dimensions,
- contrôles des modèles en matière d'incohérences et d'erreurs de planification,
- détermination et surveillance des données d'objets,
- contrôle des données en ce qui concerne l'utilisation et les directives d'entreprise de l'ouvrage,
- création de visualisations,

- simulations du processus de construction (construction sans interruption d'exploitation), de la consommation énergétique et des spécifications de prestations basées sur les modèles,
- planification,
- mise en place d'un modèle de données pour la gestion.

Les objectifs et utilisations dans chaque phase du projet sont consignés sous forme d'un plan d'utilisation dans le PDB. On y décrit également concrètement pour quel objectif il convient d'utiliser les modèles BIM et quel niveau d'élaboration et quel contenu de données (Datadrops) correspondent à quelle phase. La détermination de ces exigences peut avoir des conséquences sur la structure des modèles et les attributs.

Les documents relatifs au **Plan d'utilisation BIM (Compréhension et aides à l'application)** de Bâtir digital Suisse montrent un aperçu détaillé pour définir les objectifs et le lien avec les applications requises.

### 3.3 Types de modèles

Les structures, procédures et responsabilités des participants à la planification établies en Suisse et décrites dans les règlements SIA ne doivent pas être modifiées par la méthode BIM. La différence essentielle dans le cadre du travail avec la méthode BIM constitue le fait que les résultats de planification ne sont pas documentés comme plans dessinés, mais sont conservés, de manière orientée selon les parties d'ouvrage, sous forme de modèles de bâtiments virtuels, dénommés ci-après comme modèles des spécialistes. Des modèles partiels relatifs à la planification et divisés de manière structurelle peuvent être tirés de ces modèles des spécialistes. Les modèles des spécialistes créés ne contiennent que des informations de chaque discipline technique. Ils peuvent être référencés les uns par rapport aux autres et être superposés afin de créer un modèle de coordination global.

Il peut s'avérer judicieux de travailler dans un projet BIM avec des modèles des spécialistes ci-après:

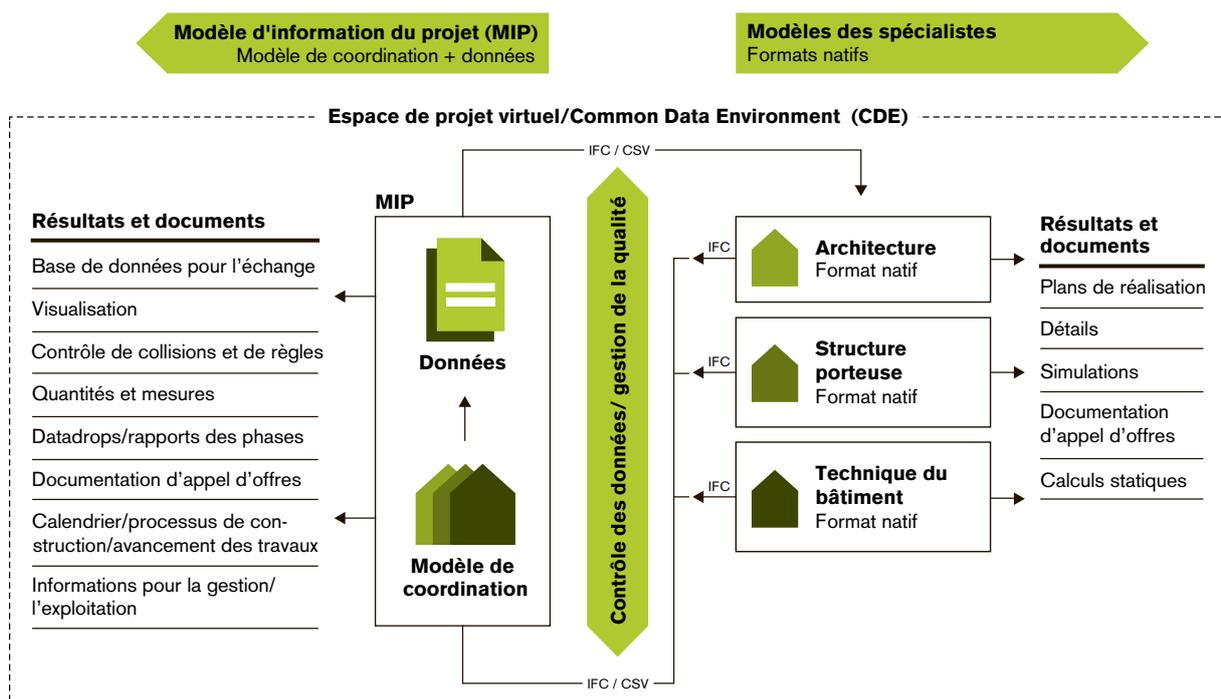
- modèle d'architecture: en général le modèle d'architecture est le modèle de référence, dans lequel le schéma de base ainsi que les étages et les esaces sont établis. La structure de base est donc prédéfinie pour le modèle de données. Un modèle partiel doit être possible pour les types de modèles suivants à partir du modèle d'architecture: modèle des espaces, modèle du gros-œuvre, modèle de montage, modèle de façades, modèle final,
- modèle d'ingénieur civil: modèles partiels pour structure porteuse, zones réglementées, éventuellement renforts,
- modèles de technique du bâtiment: modèles CVCR/électriques/sanitaires/éclairages, ainsi que modèles partiels des ouvertures/cavités dans les bâtiments,
- modèles urbains et modèles d'environnement: extraits comme modèle final et pour des modèles de paysages,

- d'autres modèles techniques, opérationnels ou modèles d'équipement sont pertinents et envisageables selon le projet et les objectifs définis,
- modèle opérationnel (p. ex. pour planification d'hôpital, de laboratoire).

Les types de modèles suivants revêtent une importance particulière lors de travaux avec des modèles:

- modèle de coordination: le modèle global composé par le coordinateur BIM à partir de tous les modèles des spécialistes sert à assurer la coordination et l'harmonisation entre les planificateurs techniques. On vérifie continuellement si les informations requises sont disponibles à partir des modèles des spécialistes, si celles-ci sont cohérentes avec la logique de structure des données et des désignations et s'il n'y a aucun conflit entre les modèles des spécialistes. Ce n'est qu'après cette vérification et la validation du modèle de coordination, que les informations et données des participants peuvent être utilisées pour d'autres étapes de planification, extractions de données ou simulations.
- modèle d'information du projet (MIP): la structure d'organisation supérieure basée sur IFC constitue la base de l'enrichissement et de l'attribution d'autres données et informations (p. ex. des propriétés d'objet ou des documents spécifiques ne faisant pas directement partie des modèles des spécialistes). Le MIP peut être synonyme dans plusieurs cas de «modèle des espaces numérique» dans lequel d'autres spécialistes sans modèle des spécialistes propre peuvent compléter des informations spécifiques aux objets et les mettre à la disposition des planificateurs techniques restants (p. ex. maître d'ouvrage, planificateur de portes, planificateur protection incendie, physicien du bâtiment).

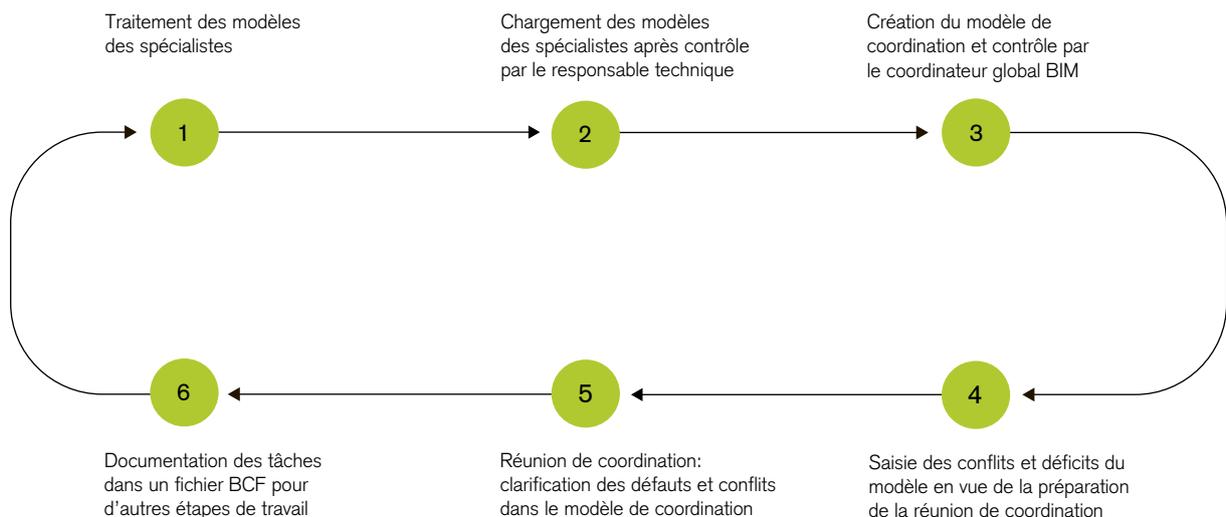
Après la clôture d'un projet, les données issues du MIP peuvent être recyclées pour la gestion durable de l'immeuble (se référer aux documents concernant le **Modèle de processus BIM Compréhension** ou **Applications et déductions du modèle de Bâtir digital Suisse**).



### 3.4 Déroutement et procédure

Les objectifs et les applications du travail avec la méthode BIM, ainsi que les aspects techniques du déroulement dans le cadre du processus de planification sont consignés au départ par le gestionnaire BIM dans un plan de développement BIM (PDB). Par la suite les planificateurs créent des modèles des spécialistes conformément aux directives prescrites dans le PDB.

Suivant l'ordre défini, le coordinateur global BIM exige la diffusion des modèles des spécialistes numériques sous forme de fichiers IFC. La cohérence des données et l'exhaustivité de l'ensemble des modèles sont vérifiées de manière individuelle et les unes par rapport aux autres, afin de les regrouper ultérieurement dans le modèle de coordination actuel. Ainsi d'éventuels conflits sont visibles nécessitant une réflexion approfondie dans les discussions de planification suivantes. On s'assure donc que les différences et les erreurs soient identifiées suffisamment tôt dès les bases de la planification et que les problèmes ne soient pas reportés aux phases ultérieures. Le modèle de coordination rectifié est ensuite mis à la disposition de tous les planificateurs techniques comme base pour les étapes de planification suivantes. En outre, ce processus itératif garantit que mes objectifs convenus dans le PDB entre les maîtres d'ouvrages et les informations prescrites relatives aux clôtures des phases ou aux résultats intermédiaires soient disponibles. Il sont ensuite contrôlés, vérifiés et validés par les maîtres d'ouvrages ou la gestion BIM (se référer également à l'Assurance qualité, p. 31).



Le niveau d'élaboration requis LOD (Level of Development) des modèles des spécialistes correspond aux prestations et objectifs déterminés dans le plan de

développement BIM. Il définit aussi le contenu d'informations nécessaire à la phase de planification actuelle (se référer également aux Phases de planification LOD et aux Niveaux de traitement, p. 20).

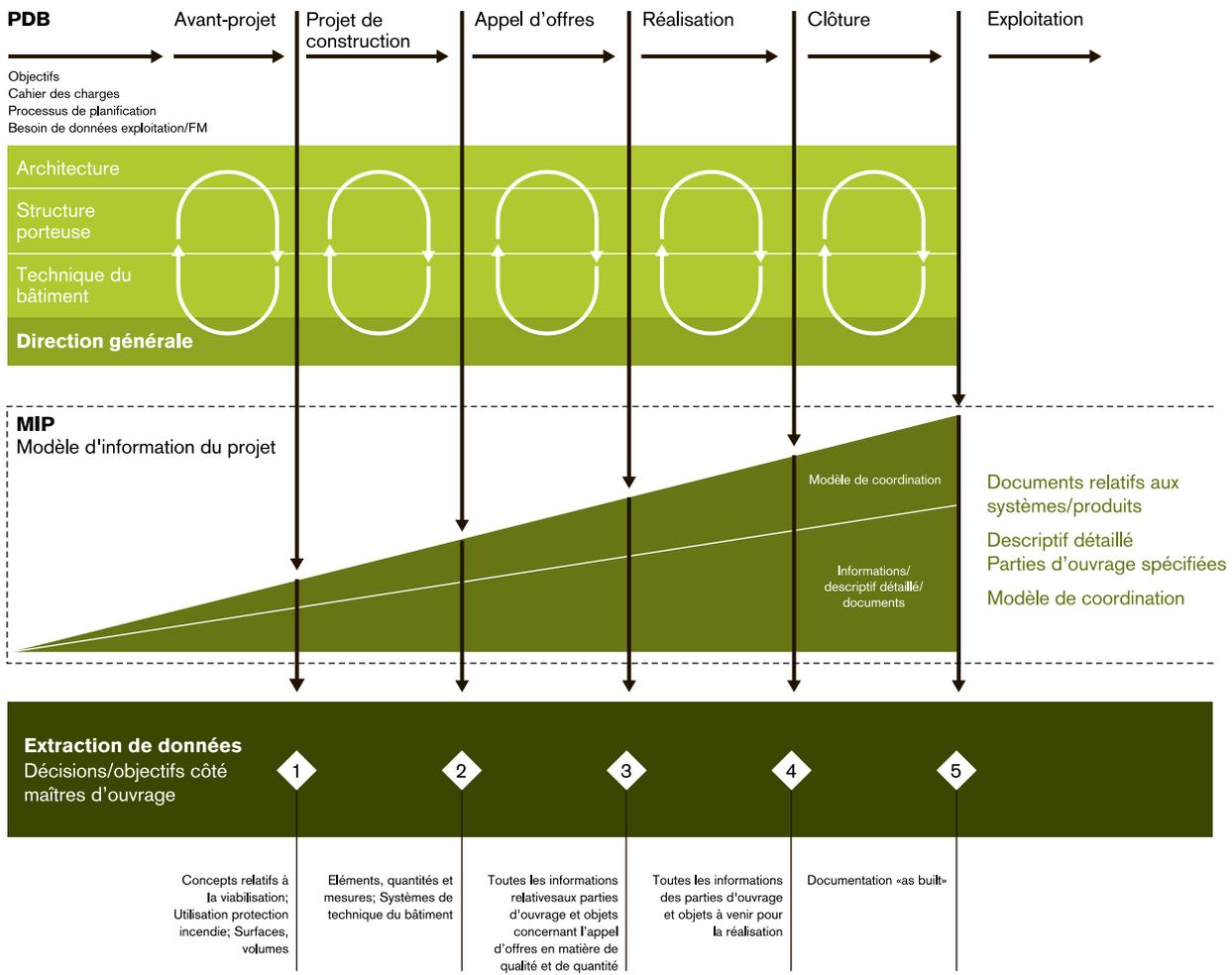
Des transferts de jeux de données cohérents aux maîtres d'ouvrages sont définis dans le PDB lors des clôtures de phases et à d'autres moments, p. ex. lors de prises de décisions importantes. Ils contiennent principalement le modèle de coordination contrôlé et validé ou des extractions. Ces extractions de données (appelées Datadrops) permettent de procéder à des recherches et des vérifications afin d'atteindre les objectifs, conformément aux niveaux de planification existants.

Les extractions de données en vue de la validation des clôtures de phases sont:

- avant-projet: concepts relatifs à la structure de l'espace et la viabilisation, à l'utilisation et à la protection incendie, aux surfaces, aux volumes,
- projet de construction: espaces, parties d'ouvrage, quantités et dimensions, systèmes techniques de bâtiment,
- demande de permis de construire: ajout de données spécifiques,
- appel d'offres: toutes les informations relatives aux parties d'ouvrage et objets concernant l'appel d'offres en matière de qualité et de quantité,
- exécution/clôture: toutes les informations des parties d'ouvrage et objets à venir pour la réalisation,
- exploitation: ajout des informations de gestion et de maintenance relatives à l'exploitation pour le transfert à l'exploitant.

Les modèles des spécialistes sont transmis à l'exploitant à des fins de documentation/d'archivage. Celui-ci utilise les modèles le cas échéant dans le cadre de la gestion ou de l'exploitation du bâtiment et complète les modèles avec les données dont il a besoin.

Dans le contexte des étapes clés, des extractions de données documentent les résultats intermédiaires atteints qui servent à l'équipe de planification et aux maîtres d'ouvrages pour l'assurance qualité dans le processus de planification. Après leur validation, elles constituent le fondement des étapes de planification ultérieures ou de la prochaine phase de planification. Le pourcentage d'avancement et le niveau de détail, devant pouvoir être évalués pour les étapes clés, dépendent des objectifs définis dans le plan de développement BIM (PDB) (se référer également au Plan de développement BIM (PDB), p. 14).



### 3.5 Le plan de développement BIM (PDB)

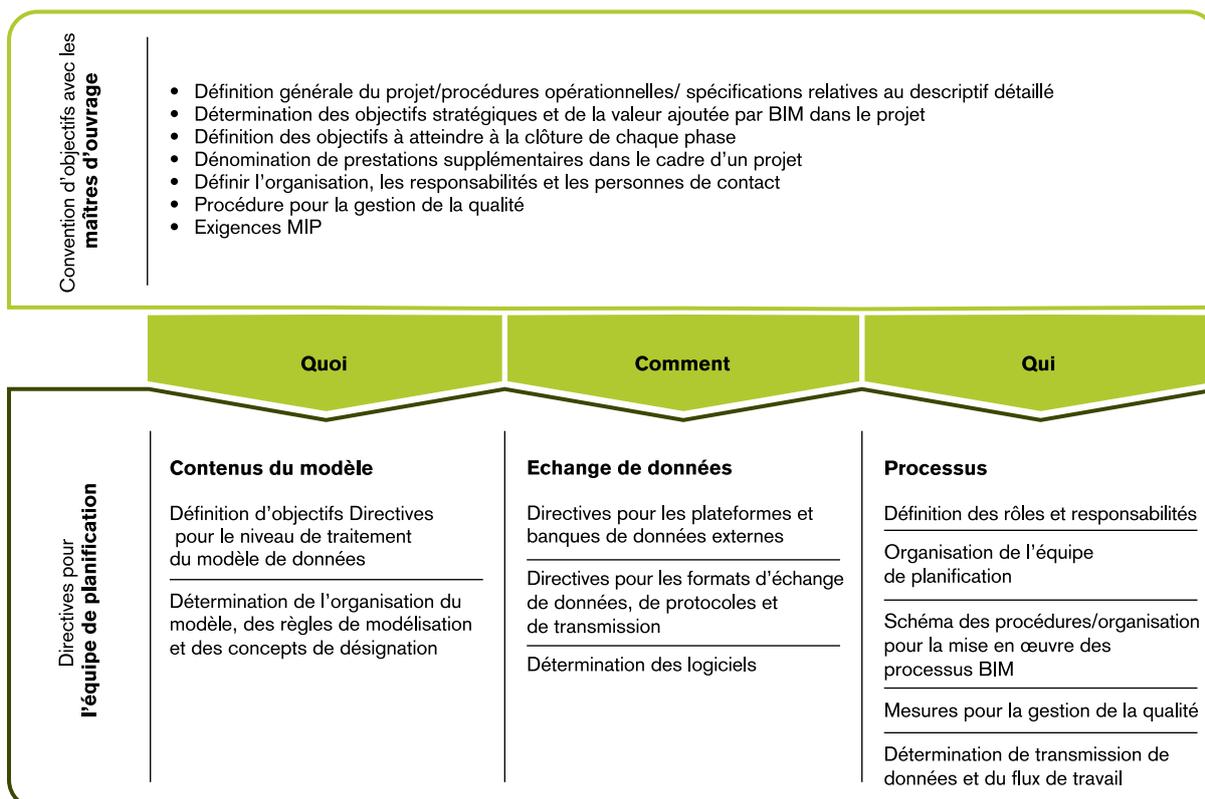
En tant que document indépendant ou élément essentiel, le plan de développement BIM (PDB) est étroitement lié au manuel de projet. Il contient notamment des objectifs et des procédures, tout comme les exigences d'information du projet (EIP) définies par les maîtres d'ouvrages sont traitées dans le processus de planification et le cas échéant dans le processus de transfert. Il inclut donc tous les accords nécessaires à la réussite du développement d'un projet BIM.

Le PDB régit la collaboration, les responsabilités, les rôles et objectifs associés aux phases et décrit les niveaux d'élaboration de chaque objet. Il est par conséquent essentiel que ce plan de développement du projet soit élaboré conjointement avec les maîtres d'ouvrages dès les premières phases.

Les objectifs dans le cadre de la méthode BIM sont spécifiques au projet et peuvent éventuellement inclure des prestations se situant en-dehors des responsabilités et missions habituelles des participants au projet. Ainsi des accords sont indispensables concernant le niveau d'élaboration, le format d'échange, les contenus ou processus de tous les participants au projet. Le plan de développement BIM se révèle donc être un instrument central de gestion de projet (se référer également au **Modèle de processus BIM** de Bâtir digital Suisse).

Le plan de développement BIM régit et définit les éléments suivants:

- contenus du modèle: QU'EST-CE QUI est fourni pour atteindre les objectifs?
- échange de données COMMENT les informations sont-elles transmises?
- processus: QUI a quel rôle et quelle responsabilité?

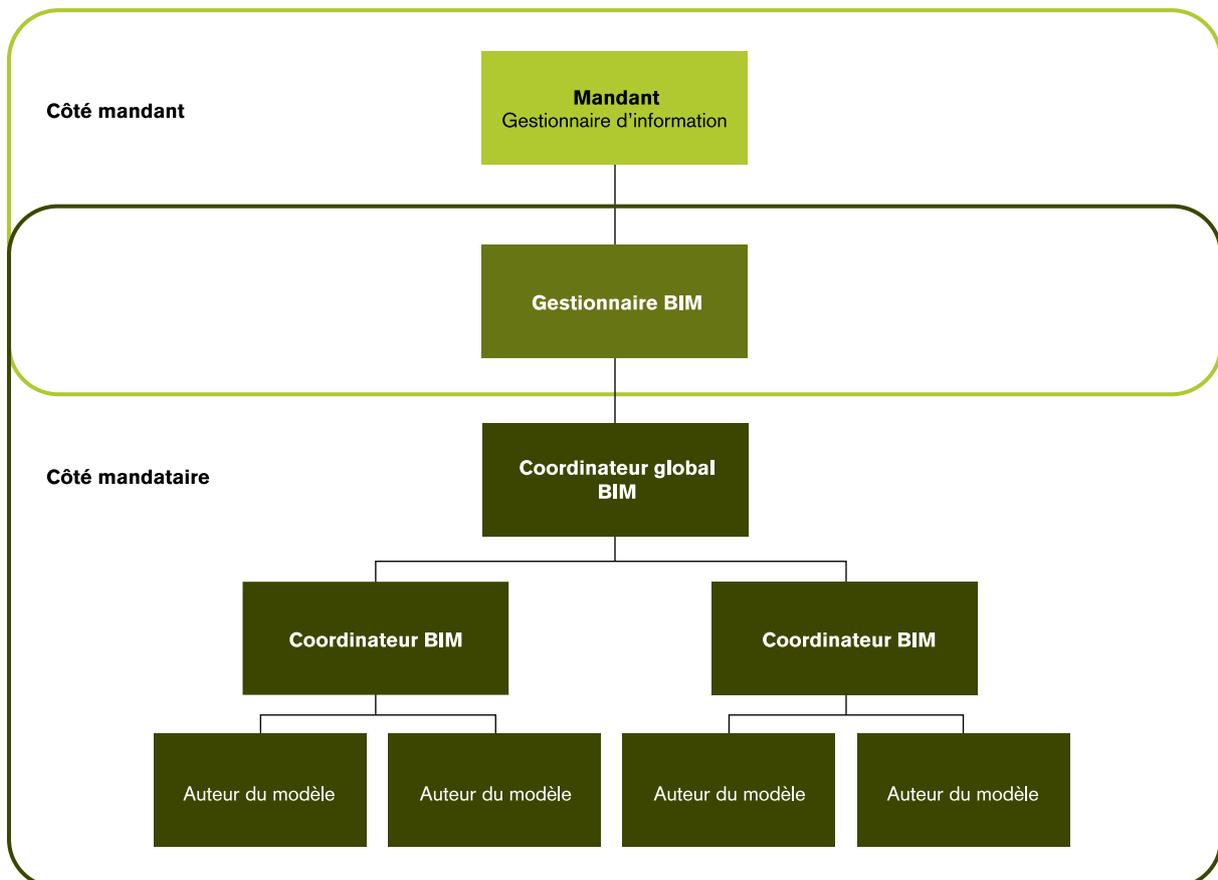


### 3.6 Rôles dans le déroulement de la planification BIM

Pour un déroulement de planification BIM optimal, il convient de déterminer de manière spécifique à BIM les rôles des différents participants au projet, des maîtres d'ouvrages aux planificateurs, ainsi que les missions et responsabilités correspondantes.

Les rôles BIM correspondent généralement à des postes centraux qui, dans le cadre de l'organisation de projet, doivent être attribués le plus souvent comme suit:

- gestionnaire d'information (GI) → côté maître d'ouvrage/administrateur,
- gestionnaire BIM (GB) → côté maître d'ouvrage ou direction du projet Entrepreneur total/Direction du projet Construction,
- coordinateur global BIM (CG) → côté mandataire,
- coordinateur BIM (CO) → du côté de chaque discipline technique,
- auteur du modèle (AM) → côté planification technique,



#### Organigramme de la structure organisationnelle BIM

Selon la conception du contrat, le gestionnaire BIM supérieur peut être désigné côté maîtres d'ouvrages ou côté mandataire. Il réglemente en substance les questions stratégiques, organisationnelles ou orientées selon les processus, dont:

- coordination de l'harmonisation entre maîtres d'ouvrages et mandataire/planificateur en matière d'objectifs et de buts du processus BIM,
- organisation et structuration du processus BIM,
- détermination des objectifs et applications dans le processus BIM,
- élaboration du plan de développement BIM et le cas échéant d'autres documents BIM,
- déterminations des missions et processus relatifs à l'assurance qualité et la réalisation des objectifs,
- éventuellement gestion du MIP (modèle d'information du projet).

Un coordinateur global BIM doit être parmi l'équipe de planification ou d'exécution. Il se charge de la mise en œuvre opérationnelle des spécifications effectuées dans le PDB. Ses missions se concentrent sur la coordination des disciplines techniques dans toutes les questions relatives à BIM:

- création du modèle de coordination,
- surveillance de la qualité des données des modèles des spécialistes,
- coordination des responsables BIM du planificateur technique,
- contrôles des modèles et des collisions,
- garantie de la collaboration basée sur les modèles,
- gestion du MIP (modèle d'information du projet).

Les coordinateurs BIM (selon la discipline concernée) sont responsables de l'élaboration appropriée des modèles des spécialistes et des informations de projet, ainsi que de la mise en œuvre du PDB dans leur discipline. Leurs missions consistent donc en:

- la vérification de chaque modèle des spécialistes,
- la mise en œuvre des directives conformément au PDB,
- l'instruction et la formation des auteurs de modèle,
- la préparation des informations techniques pour le MIP.

Se référer également au cahier technique **Contrat BIM**, rôles, prestations de Bâtir digital Suisse.

L'organigramme de projet offre un aperçu de l'attribution aux paramètres de prestation courants actuellement:

Côté mandant

Côté mandataire

AG	GI	GB	CG	CO	AM
Mandant	Gestionnaire d'information	Gestionnaire BIM	Coordinateur global BIM	Coordinateur BIM	Auteur du modèle de la planification technique
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concertation côté mandant</li> <li>• Définition du projet et des objectifs</li> <li>• Elaboration EIP</li> <li>• Assurance qualité</li> </ul>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concertation sur la gestion de projet</li> <li>• Mise en œuvre des objectifs</li> <li>• Compréhension à l'aide du plan d'utilisation</li> </ul>				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concertation sur la direction du projet</li> <li>• Organisation du planificateur</li> <li>• Coordination globale du projet</li> </ul>			
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concertation sur la mise en œuvre de la planification dans chaque discipline de planification</li> </ul>		
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concertation au sein d'une discipline de planification</li> <li>• Organisation de la direction au sein d'une entreprise</li> </ul>	

Organigramme de projet BIM

Le tableau suivant illustre la répartition des missions et des rôles ou les responsabilités en lien avec les différentes prestations dans le processus BIM:

		<b>AG</b>	<b>GB</b>	<b>CG</b>	<b>AM</b>
	<b>Prestation</b>	Mandant	Gestionnaire BIM	Coordinateur général BIM	Auteur du modèle de la planification technique
<b>Dispositions contractuelles</b>	Exigences d'information principales de l'organisation ou de la gestion immobilière	DE CD	MOD		
	EIP (exigences d'information du projet)	DE V	CD	MOD	
	Prescriptions relatives aux standards et directives	DE CD V	DE (CD) MOD		
	PDB (plan de développement BIM)	DE V	CD	MOD	MOD
	Rôles et responsabilités	DE V	CD MOD	MOD	MOD
	Plan d'utilisation	DE	CD	MOD	MOD
<b>Management</b>	Coordination + Coopération		DE V CD	MOD	MOD
	Training et formation		DE V	CD MOD	MOD
	Gestion de la qualité	DE V	CD MOD	MOD	MOD
	Etapes clés/Datadrops	DE V	CD MOD	MOD	MOD
<b>Technique</b>	MIP et plateforme de collaboration/espace de projet	DE	CD MOD	MOD	MOD
	Interfaces/formats de données/sécurité des données	DE V	CD	MOD	
	Systèmes cibles (p. ex. CAFM) et formats de transfert	DE V	CD MOD	MOD	MOD

**DE** = définir exigence    **CD** = création de la documentation  
**V** = validation    **MOD** = mise en œuvre des directives

Pour d'autres exécutions voir également le cahier technique **Contrat BIM, rôles,**

prestations de Bâtir digital Suisse.

### 3.7 Droits et responsabilités

A l'heure actuelle il existe soit des prescriptions légales en matière d'application de BIM, soit des modèles de contrats et des contrats-types reconnus. Le principe de la liberté contractuelle s'applique, selon le Code suisse des obligations. Il est donc d'autant plus important pour les parties prenantes de définir les thèmes relatifs à BIM spécifiquement à un projet et de réglementer de manière contraignante pour tous les participants.

#### Responsabilité

Les entreprises et personnes participant au projet sont tenues responsables de leurs activités conformément aux dispositions contractuelles habituelles, c'est-à-dire en vertu soit du contrat d'entreprise (responsabilité des défauts) soit du droit du mandat (violation du devoir de diligence). Les travaux de projet sur le modèle BIM sont habituellement définis comme prestation relevant du contrat d'entreprise, tandis que les tâches d'organisation et de contrôle suivent les règles classiques relevant du droit du mandat.

#### Obligations de conseil et de contrôle

Lors de l'utilisation de la méthode BIM, différents participants de la construction mettent à disposition leurs modèles numériques afin de les référencer mutuellement. Les travaux de projet des uns font référence à ceux des autres. D'une manière générale chaque planificateur est lui-même responsable de la qualité des résultats de ses travaux. En d'autres termes, un planificateur ne doit pas vérifier les résultats des travaux d'un expert technique tiers. Mais il existe une obligation d'information générale relative aux erreurs présentes dans ces résultats de travaux qui sont reconnues dans le cadre de l'activité propre.

#### Droits d'utilisation

L'utilisation ultérieure du modèle numérique pour l'exploitation du bâtiment représente un avantage essentiel de BIM. Cette représentation numérique de l'ouvrage peut être très intéressante pour les maîtres d'ouvrages après l'achèvement du projet, s'il souhaite l'utiliser pour l'exploitation. En conséquence, les droits d'utilisation doivent au préalable être réglementés sur le modèle, car plusieurs participants ont apporté leur contribution, le modèle pouvant générer un droit légal commun.

Pour d'autres exécutions voir également le cahier technique **Contrat BIM, rôles,**

prestations de Bâtir digital Suisse.

### 3.8 Phases de planification LOD et niveaux de traitement

Des discussions intensives ont actuellement lieu au plan international pour savoir le niveau de traitement à atteindre par un modèle et à quelle phase, tant en matière de contenu que de terminologie.

Pour la méthode BIM, cette modélisation est jusqu'alors définie par le Level of Development (LOD), mais de plus en plus en tant que Level of Information Need (LOIN). Les objectifs et exigences (ainsi que le besoin en informations) sont déterminés par le mandant par le biais du LOIN dans le cadre de l'appel d'offres. Ainsi la base de déduction du Level of Geometry (LOG) et du Level of Information (LOI) est élaborée par le mandataire. LOG décrit le pourcentage d'avancement de l'élaboration géométrique des parties d'ouvrage, quant à LOI il désigne la profondeur d'information des attributs alphanumériques du Level 100 à 500:

- Level 100: représentations conceptuelles,
- Level 200: dimensions et taille des principaux éléments de construction,
- Level 300: données prêtes pour appel d'offres avec spécifications,
- Level 400: planification d'exécution prête pour la fabrication,
- Level 500: documentation des éléments réalisés.

Une attribution et une classification dans ces catégories ne sont pas obligatoires, si le PDB spécifie les objectifs à atteindre à la clôture de chaque phase et dont la cohérence de l'enregistrement est contrôlée. A partir des définitions relatives au projet, les directives concluent finalement ce qui doit être saisi dans les modèles des spécialistes à quel niveau de traitement et portent sur la procédure générale «du concept au détail».

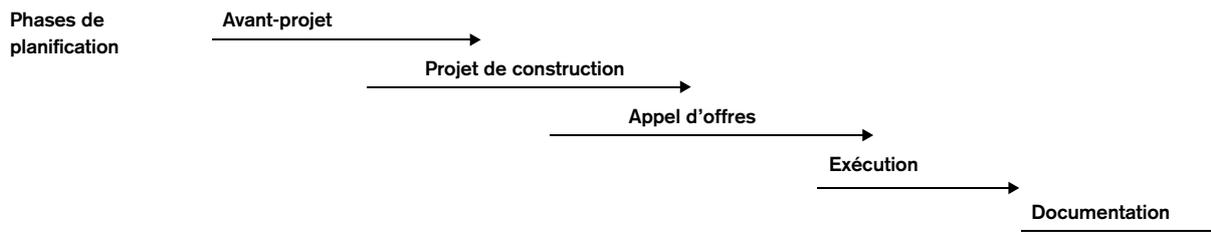
Les niveaux de traitement des phases SIA dépendent également des exigences respectives:

- Dans l'avant-projet ces directives sont mises en œuvre dans les espaces et unités, pour lesquels sont prises en compte des directives conceptuelles des planifications techniques.
- A la fin des phases du projet de construction les éléments fondamentaux et les systèmes de l'ouvrage doivent être déterminés et être coordonnés entre eux.
- Dans les phases suivantes d'appel d'offres et d'exécution, ces éléments sont encore affinés en ce qui concerne la mise en œuvre constructive.

Les tableaux suivants mettent en lumière des niveaux de traitement typiques des modèles BIM pour les trois principaux corps de métier: architecture, structure porteuse et technique du bâtiment. Les informations ne relèvent pas d'un projet concret et des exigences en résultant. Il s'agit cependant de représentations illustratives. Des caractéristiques et attributs ne suivent également pas d'application spécifique. En outre, ce sont les informations s'ajoutant à chaque étape qui

sont indiquées.

L'augmentation d'informations de modèles dans les différents Level doit être intelligible. Il faut également comprendre à quel stade est nécessaire tel ou tel autre Level (ou pourcentage d'avancement ou niveau de traitement).



Niveau de traitement	Level 100	Level 200	Level 300	Level 400	Level 500
	Les exigences contenues dans le mandat de projet sont en grande partie satisfaites à ce stade de conception. Le programme des locaux, les fonctions, les procédures et l'exploitation sont largement clarifiés. Les affirmations fondamentales et les concepts concernant la structure porteuse, la technique et le montage sont disponibles.	Toutes les exigences du mandat de projet sont mises en œuvre. Tous les éléments de construction du planificateur technique sont prédimensionnés en matière de taille et d'emplacement, déterminés et coordonnés en fonction des modèles. Les questions de conception architecturale fondamentales sont réglées.	D'autres données spécifiques décrivant plus précisément la qualité des éléments de construction et nécessaires à l'appel d'offres sont complétées.	Toutes les données et produits sont indiqués de manière détaillée et stipulés dans des documents d'exécution.	Suivi des modifications d'exécution; documentation relative à l'ouvrage avec plans, protocoles de contrôle, ainsi que protocoles de maintenance et de produits.
Définition LOG	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modèle du bâtiment sous formes de base avec les dimensions, formes et orientations approximatives.</li> <li>Etages ou espaces en tant que corps volumiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modèle issu des éléments avec désignation claire et géométrie, forme et orientation définies, afin de rendre possible une coordination des modèles des spécialistes.</li> <li>Les principaux systèmes et éléments de construction tels que façades, murs, portes, plafonds, ainsi que les espaces, la structure porteuse et les corps volumiques des installations techniques des bâtiments sont définis.</li> <li>Tous les modules de construction et principaux composants, aménagements horizontaux et verticaux, ainsi que les centrales techniques sont modélisés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le modèle comprend certaines parties d'ouvrage détaillées, dont la valeur informative est suffisante pour l'attribution des corps de métier ainsi que pour la déduction des valeurs caractéristiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le modèle intègre des parties d'ouvrage détaillées suffisantes pour la planification de l'ouvrage et du montage, ainsi que pour la réalisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toutes les parties d'ouvrage sont documentées en intégralité (as-built).</li> </ul>
Définition LOI	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les objets sont décrits avec des attributs fondamentaux (p. ex. type d'espace ou désignation d'espace), afin de représenter le programme des locaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En plus du nom et du type d'objet, d'autres attributs issus du modèle sont complétés: différence portant/non-portant, extérieur/intérieur, et éventuellement d'autres informations non basées sur les modèles.</li> <li>Informations relatives à la détermination du calcul des coûts.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attribution des objets au regard de leurs qualités et exigences en matière p. ex. de finition de surface, de qualité des matériaux, d'insonorisation, de protection incendie ou de classifications de durabilité.</li> <li>En plus des données relatives aux standards et certifications par des participants au projet externes (experts, experts techniques, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attribution d'objets: description de toutes les exigences avec informations produits spécifiques au fabricant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'attribution des objets contient toutes les informations d'objets nécessaires des produits effectivement bâtis.</li> </ul>

Niveaux de traitement **Level 100** **Level 200** **Level 300** **Level 400** **Level 500**

**Architecture**

	Level 100	Level 200	Level 300	Level 400	Level 500
	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'ébauche représente les exigences incluses dans le mandat de projet. Le programme des locaux, les fonctions, les procédures et les directives pour l'exploitation sont pris en compte et convenus avec le mandant.</li> <li>Les concepts du planificateur technique sont comptabilisés dans l'ébauche.</li> <li>Les prescriptions légales et normatives p. ex. pour la protection incendie sont intégrées de manière conceptuelle.</li> <li>Les structures du modèle BIM (axes, structure du bâtiment, désignations d'espaces) sont déterminées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboration et détails de l'ébauche avec représentation de tous les éléments de construction essentiels à la coordination.</li> <li>Toutes les informations essentielles à la demande de permis de construire, ainsi que les directives et prescriptions relatives à l'exploitation et l'utilisation sont comptabilisées, tout comme l'ensemble des prescriptions géométriques par le biais des codes de construction, normes et directives.</li> <li>Précision du concept relatif à la construction et aux matériaux.</li> <li>Intégration d'éventuelles propositions des spécialistes et conseillers.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboration complémentaire et description détaillée de l'ébauche avec ajout de toutes les informations nécessaires à une définition de la qualité précise dans l'appel d'offres.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Création et saisie de toutes les données pour la planification d'ouvrage et la planification détaillée.</li> <li>Détermination définitive des matériaux, appareils, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboration d'une documentation d'ouvrage «as-built» conforme aux accords côté participants.</li> </ul>
<b>Espaces</b>	Espaces et surfaces comptabilisés conformément aux EIP, concepts du planificateur technique intégrés.	Parties d'ouvrage et éléments de montage définis en termes de dimensions, emplacement et matériaux.	Spécification des éléments de construction en matière de qualité et design.	Tous les détails d'exécution sont définis (jonctions, clôtures, connexions).	Certificats de contrôle et documentations produits disponibles.
<b>Montage</b>	Les espaces et les surfaces sont indiqués conformément aux EIP.	La disposition et la coordination des unités fonctionnelles sont effectuées.	Données spécifiques relatives aux qualités, matériaux et produits le cas échéant.	Tous les détails d'exécution sont définis (jonctions, clôtures, connexions).	Certificats de contrôle et documentations produits disponibles.
<b>Façade</b>	Concept de façade existant; éléments de façade transparents et opaques comptabilisés.	Détermination des éléments de façade principaux et leurs fonctions; coordination physique du bâtiment et structure porteuse effectuée.	Données détaillées relatives à la fonctionnalité; spécifications relatives à la qualité et au design établies.	Tous les détails relatifs à l'exécution sont fixés.	Certificats de contrôle et documentations produits disponibles.

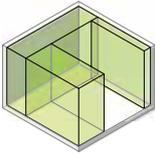
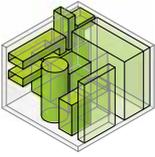
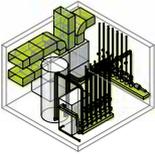
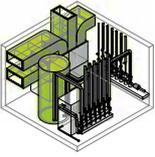
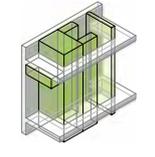
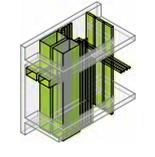
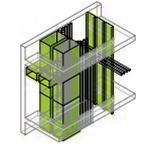
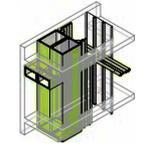
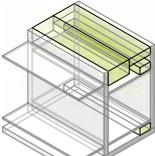
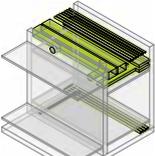
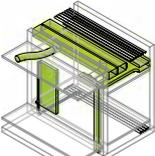
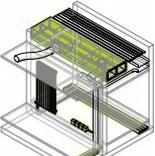
Niveaux de traitement Level 100 Level 200 Level 300 Level 400 Level 500

## Structure porteuse

	Level 100	Level 200	Level 300	Level 400	Level 500
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détermination du concept de structure porteuse: éléments porteurs pour charges verticales et éléments de contreventement pour les effets du vent et des séismes.</li> <li>Concepts de fouilles et de fondation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul et dimensionnement de la structure porteuse et détermination des dimensions déterminantes.</li> <li>Réalisation de tous les justificatifs nécessaires concernant la sécurité structurale, la facilité d'utilisation et la durabilité.</li> <li>Elaboration des détails liés à la construction ayant une influence sur d'autres corps de métiers.</li> <li>Comptabilisation de zones réglementées dans des parties d'ouvrage soumises à des contraintes élevées ou en raison de la nécessité d'éléments de construction ou d'éléments d'ancrage de grande taille.</li> <li>Vérification des demandes relatives aux passages et cavités.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Détermination des concepts techniques pour le déroulement et la procédure de construction, si décisifs pour l'appel d'offres.</li> <li>Complément des caractéristiques techniques et qualités des matériaux, si requises pour l'appel d'offres.</li> <li>Précision des détails d'exécution spécifiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboration des plans de renforts et de construction, ainsi que des listes de pièces et matériaux correspondants comme fondement de l'exécution.</li> <li>Elaboration des détails liés à la construction.</li> <li>Reprise et contrôle des éléments issus de la planification des fournisseurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentation incluant les résultats de tests du plan de contrôle.</li> </ul>
<b>Structure métallique</b>	Concept et disposition des supports sous forme de croquis.	Types de profils, matériaux et cavités déterminés.	Spécifications relatives aux raccords, matériaux et enduits déterminés.	Tous les détails d'exécution sont déterminés: joints de soudure, renforcements, raccords.	Certificats de contrôle relatifs aux matériaux, au revêtement, au montage.
<b>Piliers et planchers</b>	Concept et positions des supports sous forme de croquis.	Dimensions des parties d'ouvrage déterminées, zones réglementées pour cavités comptabilisées.	Spécifications relatives aux matériaux, au coffrage, aux parties d'ouvrage, à la position et à l'emplacement des pénétrations connues.	Tous les détails d'exécution sont déterminés: renforts, éléments de poinçonnement.	Certificats matériaux relatifs à l'armature et au béton, ainsi qu'attestations de vérification et de contrôle destinés à la pose.
<b>Éléments de renforcement</b>	Concept pour éléments porteurs, fonction et matérialisation sous forme de croquis.	Dimensions des parties d'ouvrage déterminées, zones réglementées pour pénétrations comptabilisées.	Spécifications relatives aux matériaux, au coffrage, aux détails de jonctions.	Tous les détails d'exécution sont déterminés: renforts, éléments de poinçonnement.	Certificats matériaux relatifs aux renforts et au béton, ainsi qu'attestations de vérification et de contrôle destinés à la pose.

Niveaux de traitement Level 100 Level 200 Level 300 Level 400 Level 500

## Technique du bâtiment

	Level 100	Level 200	Level 300	Level 400	Level 500
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concept et données de surface relatifs aux colonnes montantes centrales, avec emplacement, dimensions et attribution de l'utilisation/des systèmes, etc.</li> <li>• Concept d'alimentation et d'élimination sous forme de croquis.</li> <li>• Elaboration du concept de régulation et de mesure.</li> <li>• Saisie des connexions des conduites industrielles.</li> <li>• Création d'une description de systèmes et d'installation.</li> <li>• Calcul des indicateurs clés.</li> <li>• Estimation du besoin énergétique et détermination des valeurs cibles énergétiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les éléments et systèmes sont définis en termes de dimensions, d'emplacement et de matériaux, la coordination avec les autres corps de métiers est effectuée.</li> <li>• Rectification du concept de mesure.</li> <li>• Détermination du système de repérage de l'installation.</li> <li>• Détermination définitive du besoin d'espace et de place, ainsi que de l'emplacement des centrales, machines et appareils.</li> <li>• Création des descriptifs de fonctionnement, d'ajustement et d'installation.</li> <li>• Les cavités et inserts pertinents du point de vue statique sont déterminés en termes de formes et de dimensions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D'autres détails p. ex. relatifs aux grilles de ventilation, appareils sanitaires, radiateurs, éclairage, etc. sont définis.</li> <li>• Ajout des propriétés relatives aux coûts et à la qualité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D'autres détails p. ex. raccordements aux machines et appareils.</li> <li>• Réalisation des calculs définitifs relatifs à la conception du système.</li> <li>• Création des bases de planification pour exécution.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualisation du modèle en matière de modifications éventuelles durant le processus de construction.</li> <li>• Le cas échéant, ajouts de modèles avec informations concernant la maintenance et l'entretien.</li> </ul>
					
<b>Local technique</b>	Représentation esquissée des surfaces des colonnes montantes nécessaires.	Les colonnes montantes et tracés sont définis avec emplacements; les installations sont définies et coordonnées au niveau de leurs dimensions.	Ajout des qualités et matériaux pour l'appel d'offres.	Actualisation avec les matériaux et produits prévus.	Actualisation des modèles conformément à l'état construit.
					
<b>Colonnes montantes</b>	Les appareils nécessaires sont placés en tenant compte des zones de circulation requises.	L'installation prédimensionnée avec le besoin en espace effectivement nécessaire est déterminée, les apports et les échanges sont pris en compte.	Les qualités de la surface et les interfaces avec les autres corps de métier sont définies.	Actualisation avec les matériaux et produits prévus.	Actualisation des modèles conformément à l'état construit.
					
<b>Tracé</b>	Représentation esquissée du tracé et de la surface technique nécessaire.	Les colonnes montantes et tracés sont définis avec emplacements; les installations sont définies et coordonnées au niveau de leurs dimensions.	Ajout des qualités et matériaux pour l'appel d'offres.	Actualisation avec les matériaux et produits prévus.	Actualisation des modèles conformément à l'état construit.

## 4. Le plan de développement BIM (PDB)

En se basant sur les objectifs du mandant, les exigences d'information du projet (EIP), le mandataire élabore le plan de développement BIM (PDB). Il établit les procédures spécifiques au projet et les conditions-cadres organisationnelles, afin de réussir la mise en œuvre des objectifs et applications définies avec la méthode BIM. Le PDB peut subir des adaptations et modifications en cours d'avancement du projet.

Le PDB fait partie du manuel de projet et est en corrélation avec les bases de planification supérieures générales, ainsi qu'avec le cahier des charges du projet et les réglementations en matière de conventions d'appellation.

### Contenu d'un PDB

Le PDB définit les directives de projet, les processus et l'échange de données. Le plan d'utilisation y est aussi intégré, soit une liste des applications par phase, permettant au mandataire de répondre aux exigences du client.

Le PDB se compose des principales parties suivantes:

1. informations générales relatives au projet et à l'utilisation du PDB,
2. exigences d'information du projet (EIP),
3. plan d'utilisation décrivant l'objectif à atteindre et avec quelle application,
4. bases techniques et spécifications générales côté mandataire concernant le processus de travail, l'échange et le travail relatifs aux modèles.

Les thèmes suivants sont habituellement abordés en détails:

- description du projet,
- organisation générale du projet et rôles dans le processus BIM,
- phases du projet et étapes clés,
- déroulement et processus,
- objectifs BIM du mandant,
- forme et contenu relatifs au MIP et aux modèles de données,
- processus et méthodologie de la collaboration et coordination,
- aspects techniques (utilisation des données, logiciels, interfaces),
- organisation des plateformes pour l'échange de modèles et de données,
- assurance qualité,
- spécifications relatives au modèle.

Étant donné que les parties 3 et 4 sont prépondérantes pour les planificateurs, ces aspects sont détaillés dans la suite.

## **4.1 Plan d'utilisation: objectifs du projet et applications pour la mise en œuvre**

Le plan d'utilisation est un instrument de compréhension entre le mandant et le mandataire, dans lequel les objectifs définis sont affectés aux utilisations ou applications. Les objectifs sont donc définis en priorité (p. ex. durabilité, rentabilité) et les applications permettant de les mettre en œuvre sont attribuées en conséquence (p. ex. génération de plans, création de listes, détermination de quantités). Par ailleurs, ce plan définit ce qui est attendu d'une application particulière en fonction de la phase de projet.

La représentation précisant quelles applications favorisent quel objectif s'effectue dans le plan d'utilisation au plus simple sous forme d'une matrice reliant les deux. Elle permet d'obtenir un aperçu lisible, car certaines applications peuvent contribuer à plusieurs objectifs.

Exemple de plan d'utilisation:



## 4.2 Bases des travaux avec modèles techniques et partiels

Des exigences fondamentales sont également définies pour les travaux basés sur les modèles dans le cadre du PDB, auxquelles fait encore partie l'harmonisation en matière de contenus et de formats de données.

Au début de la modélisation, il convient d'avoir recours à des considérations générales, afin de pouvoir procéder à la structure, au zonage et à l'organisation du modèle. Le système de coordonnées du projet est défini conjointement et doit être repris par toutes les disciplines techniques. Des principes fondamentaux relatifs à la mise en place structurelle (p. ex. comptabilisation des étages) et des règles concernant la modélisation peuvent déroger aux normes habituelles au sein de l'équipe de planification.

L'organisation verticale établie par le planificateur dans le modèle d'architecture représente la directive pour chaque modèle de tous les planificateurs.

Le point de départ de tous les modèles des spécialistes forme le modèle d'architecture. Il est élaboré en premier comme modèle de référence et prend déjà en compte dans les premières phases du projet les considérations conceptuelles des planificateurs techniques participants (p. ex. concernant les dimensions des colonnes montantes, le besoin en espace). Chaque modèle partiel est à son tour attribué aux modèles des spécialistes. Les données pertinentes de chaque domaine technique sont sélectionnées pour leur élaboration (p. ex. nouveau bâtiment, stock, mobilier, colonnes montantes, etc.).

La détermination d'une convention d'appellation (p. ex. Lieu\_Obj\_Spéc\_Part) est conseillée pour les modèles des spécialistes qui doivent être élaborés au format d'échange IFC pour le modèle de coordination. Afin d'éviter des erreurs dans le cadre des mises à jour et de faciliter l'attribution des données, les noms ne devraient pas être modifiés au cours du processus global.

Le tableau suivant illustre une convention d'appellation pour les modèles des spécialistes et modèles partiels, ainsi que leur attribution à chaque phase de projet ou dans quel niveau d'élaboration chaque modèle devrait se trouver.

Phases de projet		Avant-projet	Projet de construction	Appel d'offres	Exécution	Clôture + exploitation
<b>Architecture</b> <b>Modèle des spécialistes-Global</b>	Lieu_Obj_ARCH_TOUT					
Modèle partiel Stock	Lieu_Obj_ARCH_Stock	X	X	X	X	
Modèle partiel Espace	Lieu_Obj_ARCH_Espace	X	X	X	X	X
Modèle partiel Façade	Lieu_Obj_ARCH_Faç	X	X	X	X	X
Modèle partiel Structures porteuses	Lieu_Obj_ARCH_Struct	X	X	X	X	
Modèle partiel équipement	Lieu_Obj_ARCH_Equip		X	X		
<b>Structure porteuse</b> <b>Modèle des spécialistes-Global</b>	Lieu_Obj_ING_ALL					
Modèle partiel Coffrage	LIEU_OBJ_ING_COFF		X	X	X	X
Modèle partiel Zones réglementées	LIEU_OBJ_ING_ZON		X	X		X
Modèle partiel Renforts	LIEU_OBJ_ING_RENF		X		X	X
<b>Technique du bâtiment</b> <b>Modèle des spécialistes-Global</b>	Lieu_Obj_TGA_ALL					
Modèle partiel Cavité	Lieu_Obj_TGA_Cavi		X	X	X	
Modèle partiel Electrique	Lieu_Obj_TGA_Elec		X	X	X	X
Modèle partiel Chauffage	Lieu_Obj_TGA_Chauff		X	X	X	X
Modèle partiel Ventilation	Lieu_Obj_TGA_Ventil		X	X	X	X
Modèle partiel Froid	Lieu_Obj_TGA_Froid		X	X	X	X
Modèle partiel Sanitaire	Lieu_Obj_TGA_Sani		X	X	X	X

### 4.3 Recommandations relatives à l'échange et la conservation de données

Lors de l'étude du projet, une diversité de données sont générées. En tant que bases de planification, elles doivent être mises à la disposition des participants au projet pour échange. En outre, il s'agit de documentations relatives à l'ouvrage qui peuvent servir ultérieurement d'information pour l'exploitation d'un bâtiment.

Elles incluent non seulement des modèles BIM, mais aussi des listes, plans, rapports, correspondance d'e-mails, photos ou encore fiches techniques.

Afin d'optimiser le travail avec ces différentes données, de nombreux systèmes de bases de données et de plateformes de données peuvent être employés pour l'échange des modèles BIM et d'autres bases de planification. Il convient de le définir dans le cadre du PDB et de déterminer leur application dans le processus de planification.

Concernant le logiciel utilisé par les participants au projet, ces derniers doivent se mettre d'accord sur sa version dès le début d'une phase de planification. En effet, les mises à jour et mises à niveau ultérieures peuvent nuire considérablement au flux de travail, le cas échéant. En cas de mises à niveau requises, celles-ci doivent être vérifiées conjointement et être exécutées selon un calendrier coordonné.

Chaque participant travaillant généralement en local, il est également responsable de son environnement logiciel et de la sécurité de ses données de planification. Par ailleurs la sécurité des données, tout comme les droits d'accès, concernant les plateformes de projet et les bases de données doivent être réglementés de manière personnalisée.

## **Plateformes de gestion des données de projet**

La communication et l'échange de données gagnent constamment en importance et en signification au cours du développement du projet. Afin de garantir la sécurité de planification requise dans toutes les phases, un espace de projet virtuel pour tous les participants doit être mis en place et réglementé par l'organisation et l'échange d'informations.

Cet environnement de données commun est également désigné comme Common Data Environment (CDE). Il a pour but d'enregistrer toutes les informations de projet pertinentes (modèles, plans, protocoles, rapports et documentations générales). De plus, c'est là que s'effectuent la répartition et la mise à disposition de ces informations dans le cadre des processus de validation établis.

Les espaces de projet virtuels actuels constituent des solutions basées dans le cloud permettant de connecter toutes les données de projet et les participants au projet. Pour travailler sur ces plateformes, des rôles et domaines d'activités spécifiques sont attribués à chaque utilisateur. Le PDB fixe des exigences relatives à l'espace de projet virtuel et à sa gestion.

Des droits d'écriture, de validation et d'accès réglementent l'échange des informations suivantes:

- documents de planification (plans, rapports, contrats, documents d'appels d'offres et documents d'offres, plannings, etc.),
- correspondance (e-mails, protocoles, courriers, etc.),
- données de modèles (MIP, modèles BIM, BCF, etc.).

Ainsi lors de la clôture du projet, l'enregistrement de toutes les informations, ainsi que des modes d'emploi et d'entretien des produits de tous les fournisseurs est assuré de manière centralisée et référencée dans les parties d'ouvrage. Une documentation d'ouvrage bien structurée peut donc être garantie et mise à la disposition du maître d'ouvrage comme documentation ou à des fins d'exploitation et d'entretien.

En vue de la communication interne, le PDB doit inclure un aperçu du logiciel utilisé et des formats de transmission correspondants.

Domaine technique	Logiciel de planification	Version	format original	Format de transmission Modèles des spécialistes
Architecture				
Gestion de construction				
Structure porteuse				
etc.				

#### 4.4 Assurance qualité

En l'état actuel du modèle d'information du projet (MIP), on évalue si les objectifs fixés lors des étapes clés, p. ex. à la fin des phases de planification, ont été atteints. Les critères reposent sur le traitement des informations nécessaires conformément au plan d'utilisation, ainsi que sur leur représentation correcte dans le MIP et acceptable pour les modèles des spécialistes. Une condition générale, et donc partie intégrante de l'assurance qualité, consiste en le transfert de modèles BIM irréprochables à toutes les disciplines de planification. Le contrôle qualité s'effectue à différentes étapes.

Dans un premier temps l'auteur du modèle, en tant responsable BIM de sa planification technique, vérifie son propre modèle des spécialistes notamment au regard de:

- la plausibilité de contenu et l'exactitude / la conformité avec les directives,
- les éventuelles incohérences (par un examen visuel et des contrôles fonctionnels basés sur des modèles),
- la structure de données IFC (attribution d'étages / attribution système / attribution de classes IFC),
- les informations relatives aux phases requises,
- la conformité de l'ensemble des règles des désignations d'objets et les caractéristiques d'identification.

Le coordinateur global BIM fusionne les modèles transmis avec le modèle de coordination, puis en effectue le contrôle au regard de:

- la plausibilité et l'exactitude de contenu / les incohérences / la conformité avec les directives,
- la structure de données IFC (attribution d'étages / attribution système / attribution de classes IFC),
- la disponibilité des informations relatives aux phases,
- les désignations d'objets et les caractéristiques d'identification pour les classifications,
- les éventuels conflits, les collisions ou les informations divergentes au sein des modèles des spécialistes.

Le contrôle des modèles transmis par le coordinateur global BIM ne remplace ni ne décharge le planificateur de son obligation de contrôle de ses propres modèles des spécialistes par son auteur de modèle. En effet, un contrôle d'«entrée» du coordinateur global BIM ne remplace jamais un contrôle de «sortie» par l'auteur de modèle responsable.

Le coordinateur global BIM saisit les résultats de ces contrôles, en particulier les défauts et les conflits, par le biais de la fonction commentaire dans un fichier de protocole au format de collaboration BIM (BCF). Ce fichier BCF précise:

- les parties d'ouvrage concernées,
- où se situe un conflit / où suppose-t-on qu'il se situe,
- les personnes en charge de la résolution du problème.

Le coordinateur global BIM distribue le fichier de protocole BCF aux planificateurs techniques participants et s'assure de l'accessibilité aux modèles des spécialistes IFC. Lors d'une réunion de coordination BIM interdisciplinaire, les problèmes identifiés sont débattus et si possible directement résolus. Le modèle de coordination contrôlé et corrigé ou le MIP actualisé (en tant que modèle de coordination étendu) est ensuite mis à la disposition des participants au projet sous forme de dernière version de travail valable pour le traitement ultérieur.

## Contrôles et vérifications

Le contrôle de l'exactitude des informations et données contenues dans un modèle BIM s'effectue par comparaison des informations de référence p. ex. règles de modélisation déterminées en commun. La vérification en matière de conformité réglementaire s'effectue p. ex. au moyen des listes et directives suivantes:

- classes IFC,
- descriptif détaillé,
- SN 506 511 Code des coûts de construction e-CCCBât (édition 2012),
- SIA 411:2016 Représentation modulaire des installations techniques du bâtiment,
- SIA 416:2003 Surfaces et volumes des bâtiments.

Un contrôle de collision 3D (Clash Detection), ayant eu lieu en amont au cours de la planification au niveau des éléments de modèles, permet d'améliorer la sécurité de planification et de réduire le risque de conflits.

Avant de vérifier les modèles entre eux, il faut définir la procédure lors d'une collision/d'un Clash de deux objets. En principe, les objets légers et économiques évitent les objets lourds et chers.

Des contrôles de fonctionnement et de collision peuvent garantir que les fonctions des parties d'ouvrage ne soient pas perturbées par d'autres éléments à proximité immédiate (p. ex. une porte ne peut pas s'ouvrir à 90 degrés). Il est recommandé pour une meilleure possibilité de contrôle de modéliser éventuellement des corps auxiliaires / espaces réservés (Clearance Spaces) (p. ex. corps volumiques pour issues de secours ou comme espaces de mouvement avant machines) ou de conserver des tolérances géométriques pouvant être prises en compte lors de la vérification géométrique.

Lors de l'évaluation des collisions on fait généralement la différence entre:

- Hard clashes: au moins deux éléments de modèles (p. ex. une poutre et une conduite de ventilation) se chevauchent ou occupent la même place,
- Soft clashes: les éléments de modèles nécessitent des tolérances et tampons spatiaux/géométriques supplémentaires (p. ex. pour isolation) ou le besoin en espace pour les travaux de montage, d'isolation et de maintenance.

## Rapports d'assurance qualité

Pour les clôtures de phases sont recommandés des rapports d'essai qui donnent des renseignements sur les questions suivantes:

- Quels corps de métier ont été contrôlés entre eux?
- Quels objets de modèles ont été contrôlés?
- Quel domaine a été contrôlé?
- Version de la modélisation (de consigne/réelle)
- Quelle version des données a été utilisée pour le contrôle?
- Méthode de contrôle/règles utilisées
- Utilisation des tolérances
- Description détaillée des définitions de «collision»: Qu'est-ce qui est toléré? (en accord avec le mandant le cas échéant)
- Quel logiciel a été employé?
- Quels formats de données ont été contrôlés? (formats d'exportation ou formats natifs)
- Respect des étapes clés (oui/non)

Des rapports de qualité sont à recommander dans le cadre de grands projets.

En plus de la représentation des informations supérieures relatives aux modèles contrôlés, une structure de contenu du rapport au moyen des modèles des spécialistes est généralement disponible. En résumé une liste des principaux points en suspens ainsi qu'une liste de défauts des modèles doivent être élaborées.

# 5. Principales utilisations BIM de l'étude de projet

## 5.1 Création des documents de planification issus du modèle BIM

L'avantage considérable de BIM se trouve dans le fait que les informations de planification sont disponibles pour tous les participants orientées sur les parties d'ouvrage, structurées et donc interprétables par les ordinateurs. Cela ne remplace certes pas les documents de planification conventionnels, tels que les plans et les tableaux, mais cela offre la possibilité de déduire des informations p. ex. des quantités et des dimensions et de les mettre à disposition pour le processus de réalisation. Bien qu'une variété d'informations de modèles puissent être représentées automatiquement, l'élaboration de ces documents requiert un certain temps.

Tous les modèles des spécialistes sont régulièrement ajustés en fonction du modèle de coordination BIM (comme partie du modèle d'information du projet – MIP), afin de conserver la cohérence de la version des données dans tous les modèles. La documentation de planification n'est cependant pas élaborée à partir du MIP ou du modèle de coordination, mais chaque planificateur technique est responsable des documents en se basant sur chaque modèle des spécialistes. Pour ce faire il déduit directement du logiciel correspondant les:

- plans,
- détails,
- simulations/analyses,
- documentation d'appels d'offres spécifique aux domaines techniques,
- calculs techniques.

Le MIP convient avant tout comme source d'information relative à la gestion de projet et à la documentation. Il sert de base pour:

- l'assurance qualité,
- le planning/le processus de construction,
- la documentation générale d'appel d'offres,
- les informations de gestion et d'exploitation,
- la documentation,
- les autorisations,
- l'archivage et la documentation juridique.

## 5.2 Le modèle d'information du projet (MIP) – un «descriptif détaillé numérique»

Le modèle d'information du projet (MIP) constitue la plaque tournante de la gestion des données dans le processus BIM. De manière classique, il est ordonné selon des structures spatiales en tant que base d'informations, en quelque sorte un «descriptif détaillé numérique»: toutes les informations alphanumériques des différentes disciplines y sont regroupées, du programme des locaux en passant par les éléments d'équipement jusqu'au Facility Management. Le but est avant tout d'intégrer également les participants au projet qui ne travaillent généralement pas en se basant sur des modèles, comme les maîtres d'ouvrage ou les spécialistes consultatifs (p. ex. planificateurs de portes ou experts en sécurité).

Dans le cadre de la définition du projet, le maître d'ouvrage stipule les directives pour les différents espaces / types d'espaces. Ces informations sont enregistrées dans la base de données et la conformité des modèles des spécialistes doit être contrôlée. A cet égard, le descriptif détaillé numérique peut être considéré comme un modèle indépendant, qui est activement mis à jour par le maître d'ouvrage.

Une réglementation claire en matière de construction, de processus et d'assurance qualité lors du transfert des données est décisive pour la réussite du descriptif détaillé numérique.

La mise en place et la gestion du programme des locaux au moyen d'une structure de fonctionnement ou d'une classification dans les groupes d'espaces constitue une mission centrale en matière d'espaces. Des exigences, des propriétés, ainsi que des dimensions ou des caractéristiques fonctionnelles d'espace ainsi que les éléments et installations s'y trouvant sont décrits pour chaque type d'espace ou chaque espace. Des modifications ou adaptations de ces propriétés peuvent s'effectuer dans la base de données en se basant sur les types ou les instances.

Le travail interdisciplinaire sur un espace ou un objet est possible, car une gestion des droits centralisée octroie des droits d'écriture à chaque domaine technique pour les champs de données correspondants. Le droit de consultation pour tous les participants au projet favorise la transparence des données de planification. Chaque modification d'un champ de données est indiqué dans l'historique et favorise ainsi la transparence pour tous les participants.

### Echange d'informations par le biais du descriptif détaillé numérique

Une interface IFC intégrée dans le descriptif détaillé numérique assure la connexion avec les modèles. De nombreuses approches d'utilisation des données sont présentes dans la base de données:

- Le coordinateur BIM regroupe les données issues d'un modèle de coordination dans une base de données. Les informations actualisées ne sont plus

réintégrées dans les modèles partiels ou des spécialistes, mais transmises par le biais de protocoles BCF p. ex. à chaque planificateur technique.

- Dans le cadre d'une solution basée dans le cloud et grâce à une connexion bidirectionnelle avec son environnement BIM propre, chaque discipline technique peut intégrer directement les données issues du modèle dans la base de données par un simple ajout. Une connexion au modèle d'architecture est particulièrement recommandée dans ce cas.
- En plus, une interface via Excel s'avère intéressante pour que les données issues p. ex. du logiciel de simulation ou de programmes de gestion FM puissent être enregistrées, mais aussi diffusées.

Les extractions de données peuvent être réalisées dans une diversité de formats à partir de la base de données. Ainsi il peut s'agir d'une fiche technique des locaux sous forme graphique spécifique au projet comme un PDF pour des entretiens utilisateurs ou un format standardisé p. ex. COBie (Construction Operations Building Information Exchange) pour l'exploitation. Le stockage dans la base de données de plans et documents en lien avec l'espace s'avère judicieux pour compléter l'enregistrement.

## Assurance qualité

Il faut fixer les exigences les plus élevées en matière de qualité des données du MIP. En tant que «single source of truth», les informations de chaque fin de phase ou des étapes clés conclues devraient être disponibles pour être utilisées lors des étapes de planification ultérieures.

Le suivi et le contrôle de la qualité de ces données représente donc un enjeu majeur tout au long du projet. Un logiciel Model Checker est nécessaire pour les contrôles des géométries dans les différents modèles au moyen de contrôles de collisions p. ex. De la même manière, des systèmes de bases de données adaptés au MIP sont également pertinents.

## 5.3 Coordination et processus de planification

### Bases du processus de planification

Les procédures du processus de planification et de construction sont déterminées dans le plan de développement BIM (PDB), en tant que plan-cadre. Elles se basent sur les exigences d'information, ainsi que sur les tâches et objectifs ayant été définis par le mandant et le mandataire. De plus, elles servent de critères d'évaluation pour les décisions et les validations à l'égard des étapes clés déterminées au préalable. Les participants définissent donc pour le processus de planification:

- la chronologie avec les principales phases du processus de planification et de réalisation,

- les objectifs intermédiaires et les étapes clés pour la validation,
- les bases, les résultats de planification qui doivent être disponibles pour les décisions et les validations,
- la forme et le déroulement des mesures de coordination (réunions, échange de données, validations).

## Coordination

La coordination des processus de planification s'effectue à différents niveaux. Une harmonisation préalable des contenus s'effectue lors de réunions de projet qui se déroulent le plus souvent avec le mandant et au cours desquelles des validations sont effectuées et des décisions générales sont prises.

De plus, des réunions de coordination de la planification en matière de contenus spécifiquement techniques sont organisées, dont la mission centrale consiste en l'harmonisation des modèles des spécialistes entre eux. Elles nécessitent une préparation correspondante et des spécifications relatives à la forme et au déroulement. Leur succès dépend des points suivants:

- Une coordination est recommandée à environ 2 à 4 semaines d'intervalle.
- Des réunions de coordination relatives aux thèmes des domaines techniques précèdent les réunions de coordination globale (coordination de technique du bâtiment, planification d'exploitation, etc.).
- Avant la livraison au coordinateur BIM d'un modèle des spécialistes, sa qualité doit être contrôlée par le planificateur technique.
- Un contrôle réalisé par le coordinateur BIM précède chaque réunion de coordination. Les lacunes et points d'harmonisation fixés à cette occasion sont listés et préparés pour la réunion correspondante. Le format de collaboration BIM (BCF) est le plus approprié.
- La définition de la plateforme d'échange et des formats des données doit être déterminée et contrôlée par le PDB.

Les modèles étant planifiés et réalisés la plupart du temps de manière décentralisée par chaque discipline technique, les harmonisations requises s'effectuent souvent de façon conventionnelle à l'aide d'accords directs correspondants. Les résultats élaborés ainsi doivent néanmoins toujours figurer dans les modèles des spécialistes.

## Gestion des affaires en suspens par le biais du format de collaboration BIM (BCF)

Il faut saisir les points en suspens, les lacunes et les demandes de modification résultant du processus de planification et leur mise en œuvre doit pouvoir être suivie dans le déroulement ultérieur du projet. L'utilisation du format de collaboration BIM (BCF)<sup>1</sup> est adapté pour les modèles BIM et permet de réaliser des

<sup>1</sup> Le format de collaboration BIM est un outil de communication développé et entretenu par buildingSMART.

commentaires ainsi qu'une attribution directe des problèmes et des points en suspens pour les parties d'ouvrage et modèles des spécialistes concernés. Ces fichiers d'information s'échangent par le biais d'une plateforme et sont gérés par le coordinateur BIM. Ils représentent un outil utile qui favorise la collaboration et améliore la sécurité de planification.

- Un planificateur technique unique doit toujours être nommé en tant que responsable principal et ce, pour chaque problème.
- Les modèles IFC provoquant les conflits correspondants doivent être accessibles à chaque planificateur technique.
- Lors de l'intégration d'éventuelles modifications, chaque planificateur technique doit veiller à ce que, dans la mesure du possible, les parties d'ouvrage ne soient pas supprimées ni redessinées dans le logiciel technique, mais à ce que la partie d'ouvrage virtuelle existante soit adaptée en conséquence.

## **Tâches interdisciplinaires – Exemple planification des passages**

Travailler en commun sur des modèles signifie pour certaines tâches du processus de construction qu'une clarification particulière du déroulement et la responsabilité de chaque participant soient déterminées. La planification des passages représente à ce titre un enjeu spécifique. En effet, les tâches se distinguent ici partiellement de la responsabilité au niveau des corps de métier participants. La personne portant la responsabilité d'une mise en œuvre correcte n'a pas préalablement défini les exigences et les besoins.

En général, avant chaque transmission d'informations relatives à la planification des passages, il convient d'harmoniser les planifications techniques de la technique du bâtiment. Le coordinateur responsable de la technique du bâtiment élabore à partir de là une planification des conduites pour la technique et communique les dimensions et positions requises des passages dans les plafonds et les murs aux autres planificateurs techniques, notamment à l'architecte et à l'ingénieur civil. L'ingénieur civil ou le planificateur de structure porteuse vérifie les passages en matière de conflits statiques avec la structure porteuse afin de fournir les autorisations correspondantes ou de signaler les problèmes. La décision finale de mise en œuvre d'une cavité revient ensuite à l'architecte qui guide et dirige la planification des passages dans le cadre de sa direction générale de la conception. En tenant compte des données de la conception de l'ouvrage porteur, il autorise de manière contraignante des planifications correspondantes et reprend les passages avec les dimensions correspondantes dans son modèle de référence. La mise en œuvre sur le chantier se déroule généralement selon les cotes présentes dans les plans du technicien en bâtiment.

Des informations détaillées relatives à la planification concrète des passages dans le modèle se trouvent dans Passages et ouvertures, p. 51.

# 6. Travaux avec modèles et éléments

Le travail avec modèles des spécialistes nécessite une nouvelle compréhension de la conception et de l'utilisation des parties d'ouvrage virtuelles. L'interaction entre les différents corps de métiers se révèle donc capitale.

Le chapitre suivant vise à faire office d'aide pour la création d'un modèle numérique de l'ouvrage. En plus des règles de modélisation pratiques, il explique les principes fondamentaux relatifs à l'organisation, la géométrie et la modélisation paramétrique, ainsi qu'aux attributs ou à la standardisation. Ces informations y sont décrites de manière générale, les désignations des différents logiciels BIM pouvant varier.

L'objectif est également de mettre en place une meilleure compréhension de base de chaque modèle des spécialistes et de leur structure, à destination des participants au projet issus des différentes disciplines et des mandants ou maîtres d'ouvrages. Certains des contenus mentionnés sont pour la plupart également expliqués dans le PDB, mais bénéficient ici d'explications supplémentaires.

## 6.1 Bases de l'organisation de modèle

### IFC comme format d'échange et système de classification

Le format IFC (Industry Foundation Classes) constitue un standard d'échange de modèles numériques du bâtiment indépendant utilisé dans le monde entier. En tant que modèle de données IFC, il constitue un système de classification puissant incluant toutes les données de construction essentielles et illustre les interactions des objets. En plus des parties d'ouvrage, il définit des informations principales p. ex. le terrain, les étages et les zones, ainsi que des éléments virtuels comme les espaces ou les axes en tant qu'objets. IFC est aussi le format de fichier à utiliser (\*.ifc, \*.ifczip ou \*.ifcxml) pour l'échange de modèle.

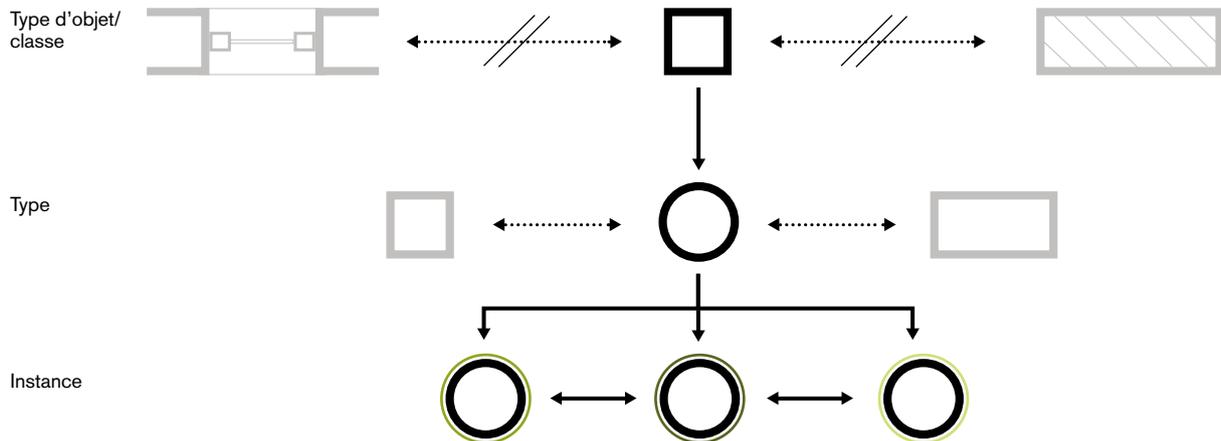
En tant que langage machine et semblable à HTML, le format de fichier IFC est une consigne purement textuelle de mise en place des données de modèle dans une structure spécifique ou dans un schéma p. ex. IFC2x3 ou IFC4.

En choisissant un outil de modélisation dans le logiciel utilisateur natif, p. ex. celui pour Fenêtre, le type d'objet correspondant est attribué lors de l'exportation dans un fichier IFC (ici: IfcWindow). Le modèle de données permet de définir hiérarchiquement que le type d'objet Fenêtre p. ex. fait partie d'un mur qui, à son tour, délimite un espace se trouvant à un niveau. Par ailleurs, les attributs nécessaires à ce type d'objet, appelés «Properties», sont regroupés dans plusieurs Property Sets homogènes en termes de contenu.

Concernant la structuration par le biais du format IFC on distingue:

- **Élément:** désigne l'ensemble des composants d'un modèle comme des parties d'ouvrage de manière générale, des corps volumiques génériques ou des passages.
- **Attribut** (également: variable, paramètre): propriété ou caractéristique qui est attribuée à un ou plusieurs éléments, une multitude d'attributs étant possible. Chaque attribut correspond à une information spécifique dans un type de données déterminé (entier, oui/non, texte, etc.), les attributs sont organisés en Property Sets dans un schéma IFC.
- **Type d'objet:** (également: classe, type d'élément, catégorie): répartition supérieure des éléments qui partagent les mêmes attributs et entretiennent les mêmes relations avec d'autres éléments, p. ex. IfcColumn en tant que type d'objet pour tous les piliers.
- **Type:** tous les éléments d'un type d'objet qui sont regroupés sous un type en raison de propriétés identiques. Ils sont comparables à la systématique d'un catalogue de parties d'ouvrage. En cas de modification d'une propriété (attribut de types), elle s'applique à tous les éléments de ce type. La standardisation signifie le regroupement d'éléments en types sous la même dénomination et la gestion au moyen de ce regroupement.
- **Instance:** une partie d'ouvrage concrète et spécifique dans le modèle du bâtiment. Les attributs d'instance affectés ne s'appliquent qu'individuellement à cet élément.

- **Système:** tous les composants connexes dans le modèle de technique du bâtiment nécessaires pour remplir une fonction spécifique.



Contrairement au modèle des spécialistes créé dans le logiciel BIM natif, le modèle IFC ne se base pas sur la modélisation paramétrique et ne contient aucune information relative aux représentations de plans. Il est avant tout adapté pour la coordination, un enregistrement virtuel ou la documentation.

## Classifications des éléments

Afin de structurer et de pouvoir évaluer les données de modèles selon des catégorisations connues et librement choisies (p. ex. e-CCCBât, SIA 416), les éléments doivent être classés. Pour ce faire, deux méthodes existent:

1. Les parties d'ouvrage sont affectées à une catégorie correspondante au moyen d'un attribut. Le planificateur technique l'effectue dans chaque logiciel.
2. Des métadonnées sont affectées aux éléments grâce à un logiciel de contrôle de modèle en filtrant des attributs existants ou en sélectionnant manuellement des parties d'ouvrage. Elles ne sont pas saisies en tant que données de modèles dans le modèle technique, mais elles peuvent être interprétées au moyen de la classification. Ainsi le planificateur des coûts peut directement effectuer la structuration des données en fonction des coûts p. ex., sans intervention dans le modèle des spécialistes.

## Règles fondamentales de modélisation

Les règles de modélisation suivantes sont conçues comme un outil essentiel visant à créer des modèles dénués d'erreurs du point de vue de la technique des données. D'une manière générale:

- il convient de modéliser toutes les parties d'ouvrage de dimensions correspondantes qui doivent être coordonnées avec d'autres corps de métier,

- les éléments ne doivent pas se chevaucher ni être modélisés en double en un seul et même endroit,
- à partir du LOG Level 200 on modélise étage par étage en utilisant les niveaux convenus dans le modèle de référence (se référer à l'Organisation verticale, p. 45),
- des parties d'ouvrage multicouches doivent être modélisées comme objets simples aussi longtemps que possible. En vue de modifications ultérieures efficaces, on modélise avec des parties d'ouvrage typisées et paramétrées,
- les modèles doivent être créés le plus précisément possible,
- la modélisation implique déjà les tolérances autorisées pour la construction.

Si des règles de modélisation spécifiques au projet sont déterminées, il faut clarifier avec les spécialistes BIM dans le projet le degré de précision de leur mise en œuvre et si elles engendrent une charge supplémentaire pour les auteurs de modèle.

## Concepts de désignation

Pour faciliter une communication claire basée sur les données, il faut des désignations sans équivoque et une application de bout en bout pour tous les espaces, parties d'ouvrage, éléments de dessin et données. Cela commence lors de la dénomination des modèles des spécialistes et de la détermination d'une convention d'appellation (se référer également aux Bases des travaux avec modèles techniques et partiels, p. 28). Il convient de respecter les règles suivantes concernant les concepts de désignation:

- La désignation consiste en général en plusieurs abréviations. La longueur totale doit être la plus courte possible, chaque abréviation restant néanmoins compréhensible pour que la désignation reste largement explicite.
- La disposition des abréviations détermine l'ordre. Différentes séquences sont possibles selon le projet et la typologie. Les abréviations doivent toujours avoir une longueur uniforme.
- Les concepts de désignation peuvent se composer également d'une première partie prescrite uniformément qui sera suivie d'un texte libre descriptif optionnel. La longueur totale doit cependant être limitée.
- Il convient d'éviter les espaces car, selon l'application, cela peut générer un autre élément ou une autre entrée de données (ces différences sont difficilement perceptibles pour l'utilisateur). Les soulignements ou les tirets sont à privilégier.
- Quelques caractères spéciaux (comme \ / : \* ? „ < > |) ne doivent pas être utilisés, les trémas ne sont également pas recommandés.
- Les minuscules et majuscules sont traitées différemment selon le logiciel et peuvent entraîner de nombreuses entrées de données lors du passage à un autre programme.

### Désignation des éléments

Les règles de dénomination pour les éléments de modèle peuvent être déterminées dans le plan de développement BIM ou être définies également par le mandant. Si ce n'est pas le cas, il est possible d'opter pour certaines nomenclatures spécifiques.

Il convient de regrouper des éléments possédant des propriétés identiques. En effet, il faut veiller lors de la détermination de la convention d'appellation à ce que des désignations de types claires soient utilisées pour les attributs de types. En cas de changement d'une propriété, celle-ci peut être modifiée pour tous les éléments spécifiques au type. Les attributs, s'appliquant uniquement pour certains éléments d'un type, doivent être définis sur chaque élément et ne doivent pas faire partie de la désignation du type.

Les variantes suivantes, p. ex. comme désignations de types d'un mur, seraient envisageables:

Nom de type	Note
<b>Mur_Extérieur_Béton_180</b>	<b>Type d'objet_Emplacement_Matériau_Epaisseur partie d'ouvrage (mm)</b> Un nom plus long intégrant la désignation «Mur» n'est pas obligatoire, car cette information est déjà définie sur le type d'objet IFC IfcWall.
<b>ME_Béton-180</b>	<b>Emplacement et type d'objet_Matériau épaisseur-partie d'ouvrage (mm)</b> Spécification du mur extérieur comme abréviation ME (MI pour mur intérieur). Moins compréhensible, mais plus compact.
<b>M_Béton-180</b>	<b>Type d'objet_Matériau-épaisseur partie d'ouvrage(mm)</b> Aucune différence selon mur extérieur ou mur intérieur, peut être défini par des attributs d'instance. Avantage: moins de types dans le modèle de données.
<b>W_STB-180</b>	<b>Type d'objet_Matériau-épaisseur partie d'ouvrage(mm)</b> Matériau décrit comme abréviation. L'intelligibilité doit être donnée p. ex. par un tableau illustratif.
<b>W110_STB-180</b>	<b>Type d'objet et numéro de partie d'ouvrage_Matériau-épaisseur de partie d'ouvrage (mm)</b> Intégration d'un numéro de partie d'ouvrage. Lors de la modélisation, on identifie clairement le type utilisé, même redondant, ainsi que d'éventuelles sources d'erreurs, si le numéro de partie d'ouvrage doit également être modifié dans un attribut.
<b>W321_GK-150_50dB</b>	<b>Type d'objet et numéro de partie d'ouvrage_Matériau-épaisseur de partie d'ouvrage (mm)_Exigence en matière d'isolation phonique</b> Cloison en plâtre, exigence en matière d'isolation phonique incluse, si le descriptif de l'exigence doit être identifiable.

La désignation du type doit être conservée en tant qu'ensemble de règles. Chaque catégorie de partie d'ouvrage (p. ex. mur, porte, faux plafond) doit être envisagée et définie de manière technique pour elle-même, car différentes données peuvent être nécessaires dans l'appellation. Il faut éviter les désignations de types identiques, même si un type d'objet est déjà attribué à chaque élément dans le logiciel BIM (p. ex. fenêtre ou portes) et s'il est distinct. Tout ceci influence les concepts de désignation.

### Recommandations relatives à la détermination des numéros d'espaces

La mise en place des numéros d'espace peut s'effectuer selon différents concepts. L'attribution d'un numéro clair est déterminante pour l'identification,

afin de trouver chaque espace dans le Model Checker ou dans le descriptif détaillé numérique. Plusieurs numérotations peuvent aussi être utilisées simultanément, pouvant intervenir dans plusieurs attributs: numéros d'espaces fonctionnels selon unité d'utilisation/type d'utilisation (p. ex. conformément à DIN 277-2) ou numéros de coordonnées d'espace selon l'attribution spatiale (p. ex. Bâtiment. Etage.Unité-d'utilisation.Espace: A.00.W01.01). Alors qu'un numéro d'espace fonctionnel est indépendant de l'emplacement, un numéro de coordonnées d'espace peut décrire l'emplacement dans le bâtiment. Si l'espace est déplacé, le numéro doit alors également être modifié. Les numérotations de bâtiments, d'étages et d'espaces doivent s'effectuer lors de la première phase de planification, en gardant à l'esprit que ces désignations perdureront durant tout le processus de construction et au-delà, dans l'exploitation ultérieure. Les numéros de portes et de fenêtres doivent aussi être inclus dans cette systématique.

## Point de base du projet et emplacement du modèle

Tous les participants qui travaillent en se basant sur les modèles définissent ensemble au début du projet un point de référence ou point d'insertion pour tous les modèles des spécialistes et pour le modèle de coordination. Ce point est généralement conservé dans le modèle d'architecture, car il est créé en premier. Un modèle de référence distinct avec point d'insertion, axes principaux et organisation de niveaux peut s'avérer nécessaire en cas de projets de construction plus importants comptant plusieurs bâtiments.

Le point de base est défini clairement dans la direction XY dans le système de coordonnées géographiques ou dans un autre système de coordonnées spécifique au projet. Ce code géographique permet ultérieurement de mesurer réellement le point d'insertion sur le chantier. Un modèle du bâtiment virtuel ne peut cependant pas être modifié sur la valeur exacte d'une coordonnée géographique (se situant dans une plage de quelques centaines de milliers à plusieurs millions), mais le point de base du projet est fixé sur le point zéro du logiciel de modélisation. Les différentes dimensions de code géographique et d'objet de planification entraînent d'ailleurs des erreurs de calculs et des problèmes de représentation. La modélisation globale se situe idéalement dans le domaine des coordonnées XY positives, car cela permet d'éviter des interprétations erronées. Dans la direction Z, le point d'insertion correspond au mieux à la cote réelle en mètres au-dessus de la mer. Il est d'ailleurs essentiel dans le cadre de projets avec plusieurs parties de bâtiments ou plusieurs rez-de-chaussée. Le point de base ne doit pas être modifié durant les phases de planification, d'exécution et d'exploitation. La même chose reste valable pour les plans élaborés à partir du logiciel BIM et pour tous les autres plans CAO.

L'emplacement du bâtiment en tant que modèle doit être orienté avec le nord vers le haut, c'est-à-dire en fonction de la situation réelle du site et non orienté selon les axes principaux. L'orientation selon les axes du bâtiment, courante dans la mise en page du plan, pourrait fausser p. ex. les résultats de simulation tels que la représentation de l'opacité.

### Documentation du point de base

Le point d'insertion doit être documenté et désigné par un élément de modèle approprié. Afin que l'angle de rotation et donc l'orientation soient consignés sans ambiguïté, un deuxième point de référence est recommandé à une distance définie sur un des axes. Pour chaque planification technique (recommandation: comme IfcObject), des pyramides (ou parties d'une pyramide) correspondent à des volumes appropriés pour le point de base et le point de référence p. ex. A partir du bas, le sommet indique le point respectif. Ces géométries de référence doivent être reprises après un test entre planificateurs techniques et coordinateur dans les modèles des spécialistes, mais aussi dans les modèles d'environnement et les modèles finaux.

Un tableau permet de géoréférencer le point de base. Ce tableau fait partie du plan de développement BIM (PDB).

Point de base	Coordonnées géographiques	Angle de rotation
X = 0.00	O = 2 600 000	alpha = 18°
Y = 0.00	N = 1 200 000	
Z = 542.20	Z = 542.20 mètres au-dessus de la mer	

### Organisation verticale

Une détermination homogène de l'organisation verticale dans tous les modèles des spécialistes et une désignation des étages s'avèrent nécessaires pour de nombreux processus, car la coordination des parties d'ouvrage s'effectue étage par étage. La planification du processus de construction peut aussi être mieux réglée par cette fixation, le cas échéant. L'extraction d'un étage en tant que modèle partiel permet justement, lors des phases de planification ultérieures, de réduire les quantités de données et de faciliter l'utilisation de la coordination.

Il est généralement recommandé de déterminer un seul niveau par étage comme niveau d'étage commun (IfcBuildingStorey) pour tous les modèles des spécialistes. Il est possible de définir en tant que tel soit un bord supérieur du sol fini (BS SF), soit un bord supérieur du plafond brut (BS PB). Alors que le BS SF est adapté pour la poursuite de l'exploitation p. ex., le BS PB peut être favorable dans le cas de la coordination étage par étage. Un test ultérieur entre planificateurs techniques et coordinateur est aussi fortement recommandé dans la détermination de l'organisation verticale.

Pour une modélisation efficace, les différents planificateurs techniques travaillent en partie sur différents niveaux. Pour les architectes p. ex. un étage est défini du bord supérieur du sol fini jusqu'au prochain, alors que l'ingénieur planifie par rapport au bord supérieur du plafond brut. Des espaces se trouvent la plupart du temps dans le modèle d'architecture au niveau de modélisation de l'arête

supérieure du sol fini. Selon le logiciel BIM, d'autres niveaux peuvent être définis comme niveaux de modélisation pour les éléments, p. ex. bord supérieur de la balustrade ou bord inférieur de la dalle. Cependant, tous les éléments dans le modèle IFC portent uniquement sur les niveaux d'étages déterminés (Ifc-BuildingStorey) et ne représentent donc pas l'ensemble des autres niveaux de modélisation.

## 6.2 Eléments de modèle Génie civil

Les règles, trucs et astuces décrits ici abordent la création d'un modèle numérique de l'ouvrage pour les phases de planification à partir de l'avant-projet. Les règles de modélisation et les principes fondamentaux peuvent déroger au sein de l'équipe de planification.

### Espaces

#### Modélisation

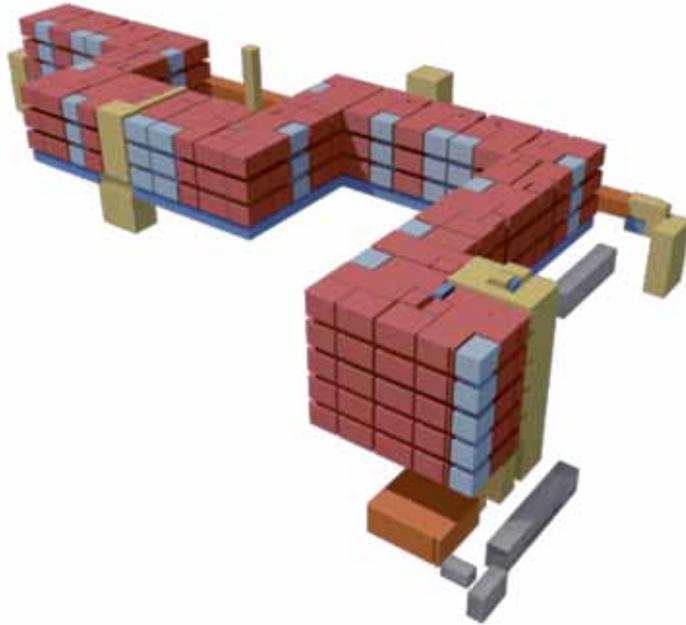
Etant donné que les espaces (IfcSpace) résultent des parties intérieures et inférieures des murs et plafonds adjacents, ils occupent un rôle particulier en tant qu'éléments fictifs dans le modèle BIM: ils ne sont pas modélisés, mais générés par l'utilisation de l'outil spatial au moyen des limites imposées par les éléments environnants. Dans la majorité des logiciels BIM, les espaces peuvent être limités par des constructions annexes supplémentaires, afin que des bureaux en open space p. ex. puissent être comptabilisés dans de plus petites unités. Un espace est fixé sur le bord supérieur du sol fini et s'y limite sur le côté intérieur. En règle générale, tous les murs délimitant l'espace (gros œuvre, façade et extension) sont identifiés de manière automatisée sur ce niveau d'étage uniquement dans le logiciel BIM natif. Du côté supérieur, la limite correspond au bord inférieur de la dalle ou au bord inférieur du plafond brut. Les espaces des colonnes montantes ou des viabilisations verticales, p. ex. cages d'escaliers ou cages d'ascenseurs, devraient néanmoins s'étendre d'étage en étage.

#### Informations relatives aux attributs

L'espace se transforme en support d'information dès les phases de planification précoces, dans lesquelles toutes les parties d'ouvrage ne doivent pas encore être suffisamment définies. Des contenus de planification peuvent être transmis de manière très efficace à l'aide des attributs affectés. Les attributs définis permettent de créer des listes de matériel relatif aux surfaces des murs, sols et plafonds, tout en minimisant la charge de modélisation pour ces parties d'ouvrage.

Si l'on souhaite comprendre la répartition de certains attributs dans le bâtiment sous forme graphique, on leur affecte des couleurs différentes. Il est possible de lire chaque domaine dans le modèle des espaces en trois dimensions (ou même dans l'extraction de plan en deux dimensions comme plan général). Cette visualisation permet de communiquer plus facilement des contenus complexes par rapport à une extraction de données sous forme de tableau. On compte parmi les autres représentations p. ex. des justificatifs conformes à la norme SIA 416

ou l'appartenance à des espaces dans des unités p. ex. des zones de protection anti-feu ou des zones de sécurité.



Modèle des espaces avec attribution des utilisations conformément à la norme SIA 416, incluant les surfaces utiles extérieures (ici représentées en bleu clair).

L'attribution d'un espace individuel à une zone peut également être déterminée par un attribut IFC spécifique, à des *lfcZones*. Plusieurs espaces individuels peuvent donc être rassemblés ou différents contenus de planification groupés.

Les logiciels BIM proposent en principe des outils descriptifs pour tous les éléments, capables de lire de manière automatisée les informations correspondantes relatives aux attributs (p. ex. dimensions ou résistance au feu) et de les représenter sur des documents de plans. Cela s'applique également pour un timbre de pièce. L'utilisation de ces éléments de marquage reliés doit toujours être privilégiée aux blocs de texte non reliés, car les contenus des marquages créés avec l'outil s'actualisent eux-mêmes grâce à la modélisation paramétrique enregistrée.

Des espaces sont toujours des objets individuels et de manière analogue ne suivent aucune standardisation selon un catalogue de parties d'ouvrage. Tous les attributs et paramètres sont ici définis par instance. Les dimensions ou les données relatives à la portée, à la surface, au volume et à la hauteur de pièce sont créées pour chaque espace à partir d'une modélisation paramétrique enregistrée des objets. Il faut vérifier comment l'ensemble des niches ou supports ainsi que les autres parties d'ouvrage délimitantes sont pris en compte par le logiciel BIM dans les calculs des dimensions.

## Murs et façades

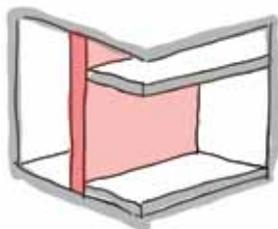
### Modélisation

Les murs ne sont pas modélisés en tant que volumes. D'abord l'interaction d'une ligne de référence dessinée, d'une mise en place typisée d'une partie d'ouvrage et d'une limitation inférieure et supérieure par un niveau de modèle crée des corps volumiques Mur visibles. Pour ce faire, il faut décider de l'emplacement de la ligne de référence, p. ex. soit le long de l'axe médian, soit le bord extérieur de la partie d'ouvrage. La définition de la ligne de référence n'est cependant pas une information qui doit être obligatoirement représentée dans le modèle IFC, mais elle est constituée d'une condition utile pour le traitement de l'élément. Il est recommandé d'utiliser des parties d'ouvrage multicouches, car cela réduit le nombre des éléments du modèle et ainsi la charge de travail en cas de modifications. Dans la planification de la structure, il faut convenir du moment approprié de la séparation des couches porteuses et non porteuses dans le modèle d'architecture, en cas de partie d'ouvrage avec mur en béton armé et isolation p. ex. La subdivision concernant une répartition des coûts peut représenter un autre aspect de la séparation des parties d'ouvrage multicouches.

### Standardisation des éléments Mur

La différence essentielle entre murs intérieurs et murs extérieurs, ainsi qu'entre murs porteurs et non-porteurs, peut faire partie de la standardisation, donc du catalogue de parties d'ouvrage du modèle. Une autre approche consiste à enregistrer les informations via les attributs IFC `IsExternal` et `LoadBearing` dans le Property Set `Pset_WallCommon` standardisé pour les murs. La standardisation distingue entre éléments massifs, de construction sèche et en verre parmi les murs intérieurs.

Concernant les revêtements muraux ou les surfaces, il faut préalablement déterminer l'épaisseur des parties d'ouvrage (p. ex. >15 mm pour mise en place d'un dallage) à partir de laquelle les dimensions des espaces sont impactées et nécessitent un élément du modèle spécial, ainsi que les revêtements (enduit, crépi, etc.) à conserver uniquement au moyen des attributs.



### Systèmes de façades

Le type d'objet spécial `IfcCurtainWall` est prévu dans le modèle de données IFC pour les façades qui ne sont pas planifiées comme construction massive. Ces systèmes de façades sont subdivisés en éléments porteurs (p. ex. poteaux, verrous, etc.) et dans des éléments de remplissage (p. ex. vitrage fixe, panneau, fenêtre, etc.). Des façades complexes et onéreuses peuvent être créées dans un modèle indépendant, puis référencées dans le modèle d'architecture.

## Plafonds, sols, toits

Les parties d'ouvrage horizontales se divisent en trois différents types d'objets:

- lfcSlab: dalles d'étages, dalles et isolations horizontales ou revêtements,
- lfcCovering: plafonds suspendus,
- lfcRoof: toitures (comptabiliser le toit comme type spécial est particulièrement important pour des simulations thermiques).

En fonction du logiciel BIM natif, des outils de modélisation spéciaux sont disponibles pour les types d'objets ou l'attribution s'effectue selon des paramètres d'exportation.

La géométrie de tous ces éléments est en général définie par les niveaux de modélisation et un polygone délimitant.

L'utilisation de parties d'ouvrage multicouches s'applique aux éléments horizontaux, de la même manière que pour les murs. Selon le logiciel utilisateur et le type d'objet, les corps volumiques sont générés à partir du niveau de modélisation soit vers le haut, soit vers le bas.

## Portes et fenêtres

### Modélisation

Dans le modèle BIM, la porte ou la fenêtre est en principe attribuée à un mur ou un plafond. Lors du placement de l'élément dans le mur, une ouverture correspondante (lfcOpeningElement) est créée simultanément.

Le déplacement ou la suppression d'un mur influence donc directement les parties d'ouvrage subordonnées. En cas de parois multiples (p. ex. mur brut et contre-cloison) il faut veiller à créer l'ouverture dans tous les éléments. Lors de l'exportation du modèle partiel «montage», les portes ne font habituellement pas partie de ce modèle dans le gros œuvre.

En principe, la modélisation relative aux portes et fenêtres doit être maintenue de manière appropriée et simple, p. ex. les ferrements doivent être modélisés de manière très réduite, voire même pas du tout modélisés. Il est recommandé de modéliser des éléments de montage spéciaux situés à l'intérieur indépendamment de la fenêtre (p. ex. chambranles coûteux, dispositif de support pour rideaux surdimensionné, revêtements des balustrades).

### Standardisation et attributs

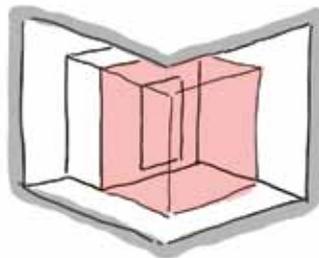
Pour la standardisation, il faut faire la différence entre portes intérieures et portes extérieures ou fenêtres intérieures et fenêtres extérieures, en raison d'exigences différentes. Plusieurs éléments de construction comptent parmi les fenêtres extérieures, p. ex. fenêtres de toit, installation d'extraction de fumée et de chaleur (EFC) ou fenêtres de cave. Les sas et vitrages sont désignés comme fenêtres intérieures. Ces dernières peuvent être prévues comme systèmes de cloisons en verre ou définies comme un mur (plus précisément: lfcCurtainWall ). Les portails et les trappes servant d'accès à des puits ou à d'autres éléments sont associés aux portes.

Le logiciel BIM relie les portes et les fenêtres en général automatiquement à l'espace, permettant de déterminer p. ex. la surface des fenêtres globale d'un espace. Ce lien est également nécessaire pour l'attribution du numéro de porte qui découle du numéro d'espace.

## Zones réglementées/locaux d'entretien

Les modèles numériques, en plus des objets à construire effectivement dans la planification, permettent d'utiliser aussi comme outils des parties d'ouvrage fictives, mais néanmoins typisées. Ces corps volumiques modélisés ont donc une importance purement en matière de soutien. Etant donné qu'il s'agit d'éléments modélisés, ceux-ci peuvent être contrôlés dans un Model Checker au regard de la collision avec des parties d'ouvrages effectives.

Les zones réglementées (No-Fly-Zones ou Clearance Zones) définissent à l'aide d'objets modélisés des domaines ne devant pas comporter de parties d'ouvrage. Ainsi on constate p. ex. des zones modélisées dans le gros œuvre, ne permettant aucune pénétration par la domotique. Il est également possible de cette façon de définir les locaux d'entretien dans la planification. Par exemple, un élévateur peut être créé comme corps volumique correspondant sans représentation détaillée de la technique de levage et de la plateforme élévatrice pour le contrôle de collision.

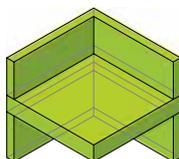


En revanche il est aussi possible de modéliser des zones autorisées (Fly-Zones) explicitement disponibles pour des parties d'ouvrage d'autres disciplines techniques. Si un espace ne possède p. ex. aucun plafond suspendu, mais si un bord inférieur doit être indiqué pour la domotique visible, celui-ci peut être décrit par un élément dans le modèle d'architecture.

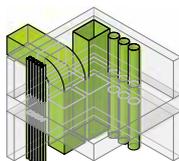
## Passages et ouvertures

Les passages et ouvertures (IfcOpeningElement) doivent être créés comme éléments du modèle propres. Ils doivent si possible contenir, en plus des informations relatives aux dimensions et à l'emplacement, des exigences relatives p. ex. à la protection incendie.

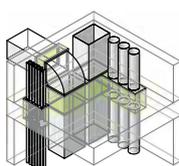
En général la planification des passages est liée à des efforts de coordination, pour lesquels tous les participants à la planification et notamment les planifications techniques de la technique de bâtiment doivent être coordonnés. Une coordination basée sur BIM de la planification des passages peut se dérouler par étapes comme suit:



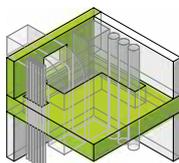
1. Les modèles des spécialistes actuels concernant l'architecture, les structures porteuses et les zones réglementées sont disponibles avec tous les éléments structurellement pertinents pour la planification des passages.



2. Les cavités nécessaires de chaque secteur technique du bâtiment sont modélisées dans les modèles partiels de la technique du bâtiment.



3. Dans le modèle de coordination technique technique du bâtiment, les cavités coordonnées et regroupées sont créées avec le type d'objet IFC ProvisionForVoid. Le coordinateur met à la disposition des autres planificateurs techniques le modèle partiel «cavités» en tant que formulation des besoins.



4. L'ingénieur confirme la position et les dimensions des cavités et les reprend dans son modèle, si elles sont pertinentes pour la conception de l'ouvrage porteur. L'architecte donne la validation finale et transforme ces cavités en ouvertures dans le modèle.

Le modèle de cavité avec les cotes indiquées par le technicien en bâtiment constitue la base de l'exécution.

## 6.3 Eléments de technique du bâtiment

### Eléments du modèle de technique du bâtiment

Les installations techniques du bâtiment comme les équipements de chauffage, ventilation, climatisation, les équipements sanitaires ou électriques représentent en général un système principal spécifique dans les ouvrages. C'est pourquoi il est essentiel pour la modélisation de les prendre en compte dans un modèle des spécialistes autonome et cohérent. Des calculs et des analyses de fonctionnement au moyen du logiciel du planificateur technique sont pertinents uniquement sur le système complet. En effet, des modifications sur les composants signifient toujours des modifications sur le système et le dimensionnement sous-jacent.

Une catégorisation des installations techniques du bâtiment peut s'effectuer en s'appuyant sur la norme SIA 411 «Représentation modulaire des installations techniques du bâtiment». Les contenus des tableaux suivants sont indicatifs et n'ont pas vocation à être exhaustifs.

	<b>Production</b>	<b>Distribution</b>	<b>Espace/diffusion</b>
<b>Chaleur/froid</b>	Générateur de chaleur Réservoir Refroidisseur Citernes Echangeur thermique Conduites d'évacuation etc.	Conduites Pièces moulées Armatures Pompes Distributeur etc.	Radiateur Plafonds froids Générateur d'air chaud Refroidisseur d'air circulant etc.
<b>Ventilation</b>	Dispositifs de ventilation Ventilateurs Systèmes de ventilation etc.	Canaux Conduites Pièces façonnées Clapets Dispositifs de contrôle Eléments étrangleurs etc.	Système de vidage Grille Diffuseurs tourbillonnaires Diffuseurs à fentes Buses Bouches de soufflage et d'extraction chaud/froid etc.
<b>Sanitaire</b>	Traitement de l'eau Production d'eau chaude Adoucissement Stations de relevage Systèmes à oxygène Citernes Réservoir Régulateur de pression etc.	Conduites Pièces façonnées Manchons etc.	Appareils Douche WC Echangeur thermique Installations salles d'eau etc.

	Production	Distribution	Appareils	Eclairage
<b>Electrique</b>	Transformateur Générateurs Groupe diesel de secours Batteries Photovoltaïque Alimentation en courant sans coupure (UPS) Tableau secondaire etc.	Tracés Rails Câble Dispositifs de mise à la terre etc.	Prises Détecteur de fumée Détecteur de mouvement Systèmes d'alarme et de sécurité Tableaux Interrupteur Eléments de commande etc.	Lampes Luminaires Luminaires de secours etc.

## Règles de modélisation relatives aux composants techniques

La valeur informative pour le modèle d'équipement du bâtiment est définie par le maître d'ouvrage dans un catalogue d'exigences. Le planificateur technique du bâtiment peut alternativement élaborer une ébauche appropriée et faire approuver les qualités techniques proposées dans le cadre d'une clôture de phase par le mandant.

La valeur informative des modèles des spécialistes du système doit être fiable. Les désignations et dénominations des équipements et composants techniques doivent donc être cohérentes dans tous les documents de planification.

### Précision de modélisation

Des modèles de base d'architecture ou de conception de l'ouvrage porteur suffisamment exacts sont indispensables pour l'élaboration des modèles techniques du bâtiment. Pour ce faire, dans le cadre d'une phase préalable, le planificateur technique du bâtiment communique aux architectes le besoin en espace estimé pour la technique, les aménagements et les installations, afin de pouvoir prendre en compte et planifier l'espace correspondant aux puits, machines, systèmes de conduites et centrales techniques.

Tous les éléments possédant une dimension pertinente dans le contexte d'une utilisation prescrite doivent être modélisés pour pouvoir effectuer la coordination au niveau du modèle des spécialistes technique du bâtiment. Si aucun type d'objet prédéfini n'est présent dans le logiciel du planificateur technique, il est possible de travailler avec des objets de substitution en tant qu'espaces réservés. Ces derniers doivent cependant rester clairement identifiables grâce à une affectation d'attributs.

Afin de pouvoir déterminer des quantités ou effectuer des contrôles techniques du bâtiment sur les modèles de manière appropriée, des éléments avec des objets doivent être modélisés, dont les propriétés correspondent aux parties d'ouvrage effectivement à construire (p. ex. simuler un tube en plastique sur un objet tube en plastique, objet tube en cuivre pour tube en cuivre, etc.).

Lors de la modélisation avec les données produits côté fabricant, il faut veiller que les composants ne ralentissent pas le modèle à cause de données inutiles.

### Précision géométrique et tolérances

Pour obtenir une précision de modélisation des modèles TGA, les hauteurs et les zones réglementées pour la structure porteuse des plafonds suspendus doivent être disponibles, afin de pouvoir être préalablement coordonnées en cas de contraintes liées à l'espace disponible.

Les composants et conduites techniques doivent généralement être modélisés avec une précision géométrique élevée, afin que le modèle indique des dimensions proches de la réalité à la fin de la planification.

Dans le cadre de la planification et de la modélisation, il est impératif de définir l'utilisation de tolérances de construction, en raison de leur influence considérable sur la précision d'un modèle. La définition des tolérances correspondantes peut néanmoins varier selon les portées des dalles d'étages et doit être évaluée en situation par le planificateur technique.

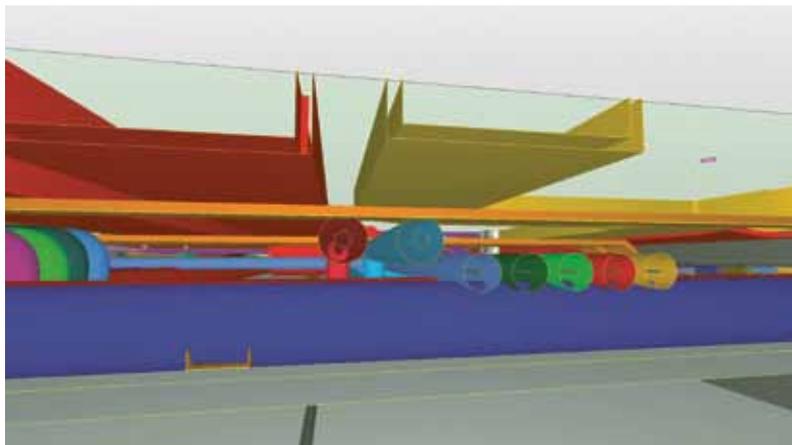
De la même manière le planificateur technique doit prendre en compte les réserves de montage dans ses réflexions liées à la planification. Il faut donc veiller lors de la modélisation à ce que les hauteurs de montage disponibles ne soient pas exploitées totalement.



Tracé des conduites avec peu d'espace disponible

Par ailleurs, il faut veiller dans le cadre d'un modèle TGA à ce que les conduites ne s'entrecroisent pas et ne provoquent aucune collision. Il existe dans ce contexte un domaine de tolérances «tolérées» permettant de faibles collisions. Des conduites se croisant de DN10 à DN15 sont autorisées le cas échéant, lors de raccords à des composants ou des appareils. Ceci concerne p. ex. la connexion de radiateurs, raccords à des installations de réfrigération, armatures d'eau chaude, agrégats avec des tracés de conduites sur site facilement adaptables, etc. Le planificateur technique doit évaluer en situation. Des chevauchements ou des collisions des différents systèmes principaux ne sont en revanche pas autorisés lors de la modélisation.

Dans les zones centrales des points de jonction de distributeur dans lesquelles la densité de fluide est la plus haute, la modélisation doit être précise et adaptée aux autres corps de métier TGA. Les tracés et les installations doivent donc être modélisés afin de correspondre à l'installation effective, même en termes de fixation et de révisions éventuelles.



Certaines collisions des isolations peuvent aussi être tolérées à la discrétion du planificateur technique.

Dans le cadre de la précision requise, de légers contacts entre objets sont autorisés lors de la modélisation géométrique des réseaux de distribution. Ceci s'applique uniquement si la constructibilité reste garantie sans avoir besoin d'adapter les cotes, car cela engendre souvent des réunions de coordination supplémentaires ainsi que des retards.

### **Surfaces d'entretien et zones dégagées**

Afin de pouvoir tenir compte des surfaces d'entretien et des zones lors de la coordination du modèle, il faut les représenter dans le modèle par des objets. Il est recommandé de modéliser les domaines suivants:

- installations CVCSE,
- installations pour les technologies de l'information numériques et la gestion,
- centres de distribution électriques,
- zones d'entretien dans les plafonds suspendus pour des moteurs d'appareillages et d'appareils,
- réserves de montage pour l'équipement technique et l'élargissement.

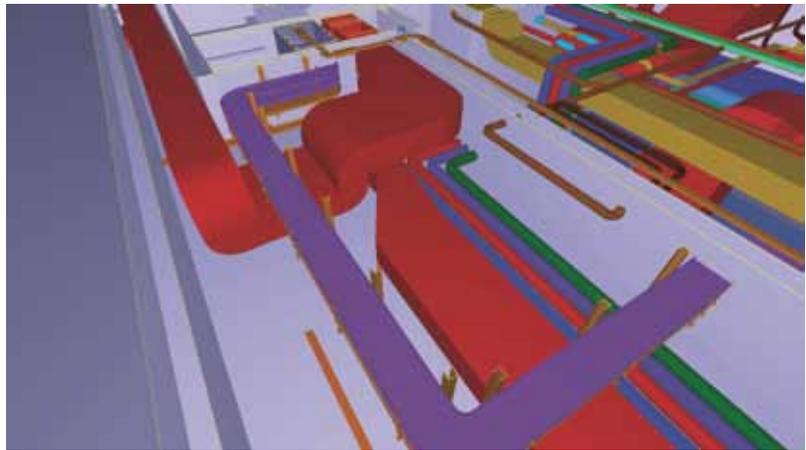
### **Modélisation de l'isolation**

L'isolation des conduites et des conduits de ventilation doit être modélisée, dans une épaisseur d'isolation correcte, afin qu'elle puisse être identifiée lors du contrôle de collision et lors de la création des bordereaux. Des informations concernant l'utilisation doivent être enregistrées sur l'attribut relatif à l'isolation, afin de pouvoir faire la distinction p. ex. entre une isolation thermique et une isolation en matière de protection incendie.

### **Éléments de montage et fixations de la technique du bâtiment**

En général aucune fixation n'est saisie dans le modèle pour les composants et conduites inclus, la place nécessaire est cependant prise en compte lors de la modélisation.

Des fixations complexes des installations comme des tracés électriques avec consoles, conduites avec protection incendie, conduites avec colliers froids, conduites supérieures à DN 200, conduites de vapeur, roulements à billes et à coulisses, etc. devraient être inclus dans le modèle TGA ou au moins suggérés. La planification et la coordination en sont simplifiées, car de telles constructions peuvent être pertinentes dans certains endroits.



# 7. Glossaire

Terme/abréviation	Description
Attribut	Propriété ou caractéristique d'un ou plusieurs éléments. Chaque attribut constitue une information spécifique dans un type de données défini (entier, oui/non, texte, etc.). Les attributs sont organisés en Property Sets dans le schéma IFC. → Autres désignations: variable, paramètre
Auteur du modèle	En tant que responsable BIM dans sa discipline technique, l'auteur du modèle crée le modèle des spécialistes / modèle partiel conformément aux standards et aux directives.
buildingSMART	buildingSMART International est un groupement d'intérêts internationaux qui a prescrit le développement de standards ouverts au sein de la collaboration BIM. La Suisse est représentée dans l'organisation Bâtir digital Suisse et participe aux thèmes relatifs à open BIM au niveau international.
Classification	Une classification des éléments permet la structuration et l'évaluation des données de modèle selon des standards librement choisis et reconnus, p. ex. e-CCCBât ou SIA 416. La classification s'effectue soit dans le logiciel du planificateur technique par le biais de l'allocation d'attributs spécifiques ou l'allocation de métadonnées dans un logiciel de contrôle de modèle. Ils ne sont pas saisis comme des données de modèle, mais peuvent être interprétés au moyen de la classification.
Closed BIM	Closed BIM renvoie à un échange de données basé sur les informations, qui opère au sein d'un système clos: le logiciel d'un fabricant unique (format de fichier natif).
Construction Operations Building Information Exchange (Protocole d'échange de données) COBie	COBie est un format de données standardisé permettant l'extraction des données issues de la base de données (c'est-à-dire descriptif détaillé numérique ou MIP). L'ensemble des informations relatives à un modèle du bâtiment peuvent être mises à disposition par le biais du formulaire COBie.
Coordinateur BIM (CB)	Les coordinateurs BIM (selon la discipline concernée) sont responsables du développement du projet numérique dans chaque discipline de planification: ils s'occupent de la création appropriée des modèles des spécialistes, ainsi que de la mise en œuvre du PDB et se chargent de la cohérence nécessaire dans leur discipline. Le coordinateur BIM favorise une collaboration basée sur le modèle sous l'angle du domaine technique. Il est responsable de l'assurance qualité des données et du contrôle du modèle dans son domaine. Il sert en outre d'interlocuteur principal en cas de questions relatives à la planification numérique et à l'exécution par le coordinateur global BIM.
Coordinateur global BIM (CG)	Le coordinateur global BIM est responsable du modèle global composé des modèles des spécialistes et le coordonne de manière transversale. Il est chargé de la mise en place opérationnelle des spécifications du PDB et vérifie les directives à fournir et accorde les autorisations en conséquence. Il élabore régulièrement les fichiers de protocole issus de la coordination du modèle et de la vérification en découlant et il organise la communication nécessaire avec les coordinateurs BIM. En général il se charge de la préparation des standards et des procédures établies (Best Practice) et surveille le respect de ceux-ci, ainsi que de la qualité des informations requises. Par ailleurs il sert d'interlocuteur principal concernant les questions relatives à la planification numérique entre le gestionnaire BIM et le coordinateur BIM. Un coordinateur global BIM doit être parmi l'équipe de planification ou d'exécution.
Common Data Environment (CDE)	En tant qu'espace de projet virtuel, le CDE comprend le MIP et sert à l'échange de documentations et d'informations entre tous les participants. La portée et les exigences pour un CDE sont définies dans les EIP et spécifiées dans le PDB. → Autres désignations: plateforme de collaboration, espace de projet.
Datadrop	Les Datadrops sont des extractions de données issues du MIP, transmises au mandant lors des clôtures de phases ou à d'autres moments définis par le planificateur. Le PDB détermine les informations nécessaires à un moment précis en fonction de la phase du projet.

Terme/abréviation	Description
Élément	On désigne comme élément l'ensemble des composants virtuels d'un modèle, comme les parties d'ouvrage en général, les corps volumiques génériques ou les passages.
Exigences d'information du projet (EIP)	Les EIP décrivent les objectifs et besoins en information côté mandant pour un projet spécifique. Elles regroupent les exigences d'information de l'organisation et les exigences d'information pour l'exploitation avec les exigences spécifiques du projet au mandataire dans des sortes de spécifications fonctionnelles. Elles constituent la base du plan de développement BIM (PDB).
Format de collaboration BIM (BCF)	Format de fichier ouvert qui, en tant qu'outil de communication, favorise l'échange de messages et d'exigences de changement entre les BiM-Viewer et les logiciels auteurs BIM. Ces fichiers de protocole peuvent s'échanger par le biais de la plateforme de projet.
Format natif	On désigne comme format natif le format de fichier standardisé du logiciel dans lequel l'auteur du modèle enregistre ses données de planification.
Gestionnaire BIM (GB)	Le gestionnaire BIM se situe du côté du maître d'ouvrage/mandant ou du côté du planificateur ou entrepreneur total dans la direction générale. Il organise et structure essentiellement l'ensemble des questions concernant le processus BIM. Il les détermine dans le cadre du PDB et surveille leur mise en œuvre.
Industry Foundation Classes (IFC)	IFC est un format de fichier normalisé ISO, indépendant d'un fabricant et transnational (Open BIM). En tant que langage machine, le format de fichier IFC est une instruction purement textuelle visant à la mise en place des données de modèle dans une structure spécifique ou dans un schéma p. ex. IFC2x3 ou IFC4. Cette interface permet l'échange de données et d'informations basées sur le modèle dans toutes les phases de planification, d'exécution et d'exploitation, en tant que modèle de données et d'archive de données pour l'organisation et la structuration des objets virtuels et données.
Instance	Une partie d'ouvrage concrète et spécifique dans le modèle du bâtiment. Les attributs d'instance affectés s'appliquent uniquement de manière individuelle à cet élément.
Level of Development (LOD) <sup>1</sup>	Le Level of Development définit le niveau de traitement d'un modèle, c'est-à-dire l'Output du niveau BIM (100 à 500) en matière d'expression des contenus géométriques (LOG) et l'attribution des contenus alphanumériques (LOI). La granularité et la précision augmentent en fonction de l'avancement du projet. 100 décrit le niveau inférieur, 500 le niveau supérieur.
Level of Geometry (LOG)	Le Level of Geometry définit le contenu géométrique d'un modèle. La précision géométrique augmente en fonction de l'avancement du projet. LOG 100 décrit le niveau inférieur, LOG 500 le niveau supérieur.
Level of Information (LOI)	Le Level of Information décrit le niveau d'information des contenus (alphanumériques) d'un modèle. Cette densité d'information évolue à partir des attributs des objets à utiliser dans chaque niveau. LOI 100 décrit le niveau inférieur, LOI 500 le niveau supérieur.
Level of Information Need (LOIN)	Le Level of Information Need définit le besoin en information côté client sous forme d'objectifs et d'exigences, dans le cadre de l'appel d'offres. Il constitue la base des accords et cahiers des charges suivants des participants. Pour le mandataire, le LOIN constitue en plus la base de déduction et de description des différents Level of Geometry (LOG) et Level of Information (LOI).
Modèle de coordination	Le modèle de coordination est compilé à partir des modèles des spécialistes au Level actuel. Il sert à la coordination interdisciplinaire et à la comparaison des corps de métier participants et notamment au contrôle de collision.

<sup>1</sup> L'utilisation de LOIN est actuellement également le thème d'un groupe de travail BIM (TC 442) du Comité européen de normalisation (CEN) qui élabore actuellement un document. Avec les définitions LOIN, LOG et LOI, on assiste à un affinement des termes et donc une délimitation plus stricte de LOD.

Terme/abréviation	Description
Modèle d'information du projet (MIP)	En tant que «single source of truth», le modèle d'information du projet est l'instrument de planification central dans le travail du projet et la plaque tournante de la gestion des données. Les spécialistes sans modèles des spécialistes propres et les maîtres d'ouvrage peuvent également ajouter des informations spécifiques aux objets. Il peut être compris comme «descriptif détaillé» numérique, puisque l'ensemble des informations des différentes disciplines convergent, du programme spatial en passant par les éléments d'équipement jusqu'au Facility Management.
Modèle des spécialistes	Le modèle des spécialistes est la modélisation des données spécifique à une discipline ou un corps de métier du planificateur technique. Dans le génie civil, le modèle des spécialistes de l'architecte constitue habituellement la référence d'autres modèles des spécialistes comme la conception de l'ouvrage porteur ou de la technique du bâtiment.
Modèle partiel	Les modèles partiels dérivent des modèles des spécialistes pour un corps de métier particulier ou de manière thématique. Dans la technique du bâtiment, le modèle des spécialistes se compose éventuellement des différents modèles partiels de chaque discipline.
Open BIM	Open BIM est synonyme d'échange de données bidirectionnel indépendant du logiciel (BIM) des modèles numériques de l'ouvrage au moyen des formats de fichiers ouverts et non-natifs (p. ex. IFC, COBie, csv, gbXML).
Plan de développement BIM (PDB)	Le PDB est une directive qui définit la base d'une collaboration basée sur la méthode BIM. Il permet de régler de manière contraignante les structures organisationnelles, c-à-d. les processus, la collaboration, les responsabilités et les rôles pour les différents intervenants. Les prestations BIM en ce qui concerne les objectifs, le degré d'information et de détail relatifs aux phases des objets individuels et de leur qualité sont également définies. Dans le cadre de la méthode BIM, le PDB doit faire partie intégrante du contrat conclu entre le mandant et le mandataire ou les participants au projet.
Type	Tous les éléments au sein d'un type d'objet regroupés sous un type identique et une dénomination identique en raison de propriétés identiques.
Type d'objet	Les éléments partageant les mêmes attributs et/ou entretenant les mêmes relations avec d'autres éléments représentent un type d'objet. Ceux-ci peuvent être répartis de manière supérieure dans des types d'objets IFC. → Autres désignations: classe, type d'élément, catégorie.

## Littérature complémentaire et références

- Cahier technique SIA 2051:2017: Building Information Modelling (BIM) – Principes de base concernant l'utilisation de la méthode BIM [12/2017]
  - Documentation SIA D 0270: Utilisation de la méthode BIM – Guide d'amélioration de la collaboration (complément au cahier technique) [01/2018]
  - Documentation SIA D 0271: Utilisation de la méthode BIM – Détermination des quantités basée sur le modèle (complément au cahier technique) [01/2018]
- BIMFORUM (2016/17): Level of development Specification [online] <http://bimforum.org/lod/> [15.2.2018]
- Eichler, Christoph C.: Principes de base BIM Structure et fonctionnement. Niederfrohna 2016
- MT Højgaard (2016): CAD-BIM Manual – General Part. Revision 3.0 [online] [http://mth.com/-/media/MT-Hoejgaard-UK/Viden/Publikationer/Manuals/MTH-CAD-BIM-Manual\\_General-Part\\_V3\\_20160323.pdf?la=en](http://mth.com/-/media/MT-Hoejgaard-UK/Viden/Publikationer/Manuals/MTH-CAD-BIM-Manual_General-Part_V3_20160323.pdf?la=en) [15.2.2018]
- Maier, Claus (2015): Building Information Modeling. Principes fondamentaux d'une méthodologie open BIM pour la Suisse. Edité par EBP [online] <https://www.ebp.ch/sites/default/files/unterthema/uploads/ki-leitfaden-open-bim.pdf> [15.2.2018]
- ISO 29481-1: Building information models – Information Delivery Manual. Part 1: Methodology and format [05/2016]
- ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) pour l'échange de données dans l'industrie du bâtiment et la gestion des installations [04/2013]
- ISO 12006-3: Building construction – Organization of information about construction works. Part 3: Framework for object-oriented information [04/2007]
- ISO/DIS 19650-1.2: Organization of information about construction works – Information management using building information modelling – Part 1: Concepts and principles (en cours de réalisation)

### Bâtir digital Suisse (édit.)

- Swiss BIM LOIN-Definition (LOD). Compréhension. 2018
- Modèle de processus BIM. Compréhension. 2017
- Plan d'utilisation BIM. Compréhension. 2017
- Contrat BIM, rôles, prestations. Cahier technique. 2017

### buildingSMART (édit.)

- Standards [online] <https://www.buildingsmart.de/bim-knowhow/standards> [15.2.2018]
- BIM Collaboration Format (BCF) [online] <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/bcf-releases> [15.2.2018]

## Limitation et utilisation

Ce document ne prétend pas être exhaustif. Il ne doit pas être non plus considéré comme une recommandation ou directive universelle du point de vue juridique. Il a cependant vocation à aider le mandant et le mandataire lors de l'application de la méthode BIM.

Les exemples mentionnés ici ne sont pas exhaustifs. Les définitions se basent sur des connaissances issues de la pratique et doivent en conséquence être considérées comme des Best Practice. La définition de ce qu'est une application et de ce qu'elle signifie dans la phase correspondante d'un projet, est sur le site internet de Bâtir digital Suisse ([www.bauen-digital.ch](http://www.bauen-digital.ch)) tenue en évolution constante. Etant donné que nous nous trouvons dans une phase d'émergence des définitions, Bâtir digital Suisse ne peut garantir l'exactitude des contenus.

Remarque: pour des raisons de commodité de lecture, nous avons renoncé à féminiser les catégories de personnes et de fonctions. Toutes les désignations de personnes sont valables pour les deux sexes.

## Mentions légales

### Copyright

Le présent ouvrage est placé sous la licence «Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International» (Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International). Des informations complémentaires sont disponibles à cette adresse:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

### Editeur et distribution

Bâtir digital Suisse

[www.bauen-digital.ch](http://www.bauen-digital.ch)

### Groupe de projet

Claus Maier (direction)	ingénieur civil
Urs Huber	Architecte
Michael Drobnik	Architecte
Philipp Dohmen	Gestion de projet
Daniel Büchler	Technicien en bâtiment
Sonja Randjelovic	Documents de construction

### Dessins

Michael Drobnik	Architecte
Urs Huber	Architecte
Radek Rukat	Architecte

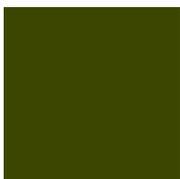
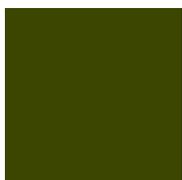
### Relecture

Cornelia Hellstern, Munich

### Réalisation

Plasmadesign Studio, Zurich





**Bâtir digital Suisse**

Siège administratif  
Andreasstrasse 11  
CH-8050 Zurich  
+41 44 515 04 50  
info@bauen-digital.ch  
www.bauen-digital.ch