

Ce guide est mis à disposition gratuitement par :



Soutenez les travaux de l'association

qui accompagne tous les acteurs de la Construction pour pratiquer le BIM
en [adhérant](#), en [réservant](#) des espaces publicitaires (tarifs [ici](#))

Ils ont contribué activement à cette publication en tant que membres de l'association :



Ils soutiennent cette publication

Les sponsors
c'est aussi ici en plus de
l'intérieur !

Les sponsors
c'est aussi ici en plus de
l'intérieur !

Les sponsors
c'est aussi ici en plus de
l'intérieur !

Les sponsors
c'est aussi ici en plus de
l'intérieur !



Modèles d'objets numériques

Eléments méthodologiques pour
le développement d'objets pour le BIM

Cet espace pub est libre...
pour vous !

PUB 1/3

Pour connaître nos tarifs : [ici](#)

En préambule

La norme EN ISO 23386 définissant la manière de décrire et de gérer des propriétés d'objets BIM dans un dictionnaire a vu le jour fin 2018. Dans le sillage de son développement, une première expérimentation française avait été menée, entre 2016 et 2018, pour tester sa mise en œuvre pratique. Sous l'impulsion des organisations professionnelles, les projets PPBIM et POBIM ont ainsi permis d'expérimenter le recensement des propriétés, leur caractérisation et leur structuration en modèles d'objet BIM, dans le but de décrire des produits et ouvrages de la construction.

Cependant, cette norme ainsi que les autres relatives aux objets BIM ne concernent ni la manière d'établir ces propriétés, ni de les structurer en modèles d'objets.

Le but de ce guide est de proposer une méthodologie s'appuyant sur ces expérimentations qui ont été complétées. Il permettra d'identifier les produits et ouvrages génériques utiles dans les processus BIM, d'en définir la liste de propriétés et de développer les objets numériques correspondants.

Ce guide s'adresse à l'ensemble des acteurs de la Construction qui peuvent être amenés à concevoir et utiliser des modèles d'objets numériques.

- Par exemple, les organisations professionnelles regroupant des industriels peuvent utiliser la méthodologie proposée pour développer des modèles d'objet pour leurs adhérents. Mais les autres acteurs peuvent avoir le même objectif.
- Par exemple, les entreprises, les ingénieries, les architectes peuvent proposer des modèles d'objets correspondant à des besoins d'échanges, d'intégration dans des modèles BIM et peuvent également suivre cette méthodologie.

Ce guide a été écrit dans le cadre du groupe de travail « Product Room » de [buildingSMART France-Mediaconstruct](#).



Toute reproduction interdite, même partielle, sans l'autorisation de buildingSMART France-Mediaconstruct. Tous nos remerciements aux membres de l'association qui ont travaillé à la réalisation de ce fascicule. **Nous tenons également à remercier les futurs sponsors de cette publication qui contribueront à la diffusion de ce document !**

Crédits photographiques :

Mise en page : buildingSMART France—Mediaconstruct.

Edité en : avril 2020.

Le groupe rédactionnel était constitué de :

- Laetitia Bertel (Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction)
- Pierre-François Jullien (Atalane)
- Rémi Lannoy (Centre d'études et de recherches de l'industrie du béton)
- Valentin Malemanche (BIM & Co)
- Daniel Saïd (Bouygues Construction).

Le groupe rédactionnel remercie pour leur relecture attentive tout particulièrement :

- Frédéric Grand (Catenda)
- Laurent Ortas (Saint-Gobain)
- Maxime Vallée (Bouygues Construction)
- Patrick Valton (Legrand)
- Et Guersendre Nagy (buildingSMART France).

Sommaire

En complément de ce guide, nous vous proposons de lire en introduction, le **Mémo BIM en pratique « Du modèle d'objet générique à l'objet manufacturé »**, [téléchargeable](#) gratuitement avec les autres publications de bSFrance—Mediaconstruct.

Principaux contributeurs	4
Introduction	6
Définitions	8
Conception	9
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Déterminer les produits génériques 10 <ul style="list-style-type: none"> ▼ Analyse fonctionnelle des ouvrages et produits ▼ Analyse de l'offre industrielle ▼ Analyse des processus d'échanges de données (IDM) ▶ L'objet numérique en tant que produit 16 <ul style="list-style-type: none"> ▼ Identification des besoins supplémentaires pour les usages BIM ▼ Traduction de ces besoins en fonctionnalités des objets numériques 	
Mise en œuvre	18
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Dictionnaire de données – IFD 18 <ul style="list-style-type: none"> ▼ Enregistrement des propriétés et des modèles d'objets dans le dictionnaire ▼ Conseils pour choisir un dictionnaire ▶ Modélisation des objets – IFC 20 <ul style="list-style-type: none"> ▼ Contraintes liées aux pratiques utilisateurs ▼ Réalisation des objets 	
Tests	26
Retours d'expérience	28
Conclusion	29
Annexes	30
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Exemple de démarche concrète (Bouygues Construction - FIB) ▶ Points de vigilance liés aux bibliothèques de modèles d'objets (fichiers) 	

Principaux contributeurs

Ce guide a été écrit dans le cadre du groupe de travail « Product Room » de buildingSMART France – Mediaconstruct sur la base des premiers travaux auxquels ont contribué :

Patrick Valton (**Legrand**), Delfin Braga (**BIMObject**), Anne André (**Kalei**), Ludivine Menez (**UFME**), Herve Nanta (**Bosch**), Cyril Durandet (**Axima**) et Philippe Trillot (**Eiffage Construction**).

Un grand merci à eux pour cette amorce qui a permis aux contributeurs-membres d'entamer la 2^{de} phase pour livrer ce travail « Modèles d'objets numériques : éléments méthodologiques » et qui ont profité d'une relecture assidue par les experts de l'association.

Atalane

Pour aborder efficacement et sereinement le BIM, [Atalane](#) propose des services de conseil spécialisés. Nos prestations dédiées aux acteurs de la construction s'organisent en trois grandes familles :

- l'accompagnement amont de votre transition numérique : réflexion stratégique, étude de cadrage, plan d'action, cahier des charges,

- le pilotage opérationnel de la mise en œuvre de votre plan d'action,
- l'accompagnement en aval: déploiement, bilan et retours d'expérience, industrialisation.

Atalane anime les travaux du groupe d'experts "Formats d'information" de la commission de normalisation AFNOR PPBIM.

BIM&CO

[BIM&CO](#) vise à optimiser l'usage du BIM en facilitant l'accès aux données des produits et équipements, pour tous les acteurs de la construction. Notre technologie unique d'harmonisation permet de rendre toute

donnée technique, compatible et exploitable dans n'importe quel logiciel, langue et standard. Nous accompagnons les fabricants et entreprises de la construction pour bâtir ensemble le monde de demain.



Shared innovation

Acteur global de la construction présent dans 60 pays, [Bouygues Construction](#), conçoit, réalise et exploite des projets dans les secteurs du bâtiment, des infrastructures et de l'industrie.

Leader de la construction durable – responsable et engagé - Bouygues Construction fait de l'innovation sa première valeur ajoutée :

une « innovation partagée » au bénéfice de ses clients, tout en améliorant sa productivité et les conditions de travail de ses 56 980 collaborateurs. En 2019, Bouygues Construction a réalisé un chiffre d'affaires de 13,4 milliards d'euros.

Retrouvez Bouygues Construction sur les réseaux sociaux ou sur son [site](#).



Les fabricants de produits de construction en terre cuite réunis au sein de la [FFTB](#) (Fédération Française des Tuiles et Briques) sont convaincus que le secteur de la construction doit s'engager pleinement dans une transition digitale qui modifie profondément les habitudes de l'ensemble des acteurs. La filière terre cuite représentée par la FFTB et [CTMNC](#) (Centre technique de matériaux naturels de construction) démontre son implication en ayant par exemple déjà 6 objets

BIM génériques et plus de 200 objets fabricants disponibles. Elle participe aussi à de nombreux travaux dont ceux qui ont permis la création de ce guide. Cette démarche active pour contribuer, s'approprier, diffuser la « culture BIM » auprès des fabricants petits ou grands, auprès des utilisateurs des produits, des architectes est un enjeu majeur pour la filière terre cuite et plus généralement pour l'ensemble des acteurs de la construction durable.

CERIB

Expertise concrète

[Le CERIB](#) est un Centre Technique Industriel (CTI), centre de recherches et d'innovation. Son expertise pour les domaines de la construction et en particulier pour l'industrie du béton (matériau et produits préfabriqués) ainsi que ses équipements de pointe lui permettent d'accompagner les industriels et prescripteurs du marché en leur fournissant appui technique et information.

Plus spécifiquement sur le BIM, le CERIB travaille depuis quelques années avec la FIB (Fédération de l'Industrie du Béton) pour constituer et valoriser une base de données de propriétés pour des objets génériques. Ces travaux permettent d'alimenter les réflexions nationales et internationales autour du BIM sémantique.

Vous êtes un acteur des objets numériques ?

Affichez vous ici

C'est aussi une manière
de soutenir les travaux de l'association bSFrance

PUB A4—Pour connaître nos tarifs [cliquez](#)

Introduction

Pour beaucoup de professionnels et d'organisations professionnelles, le BIM est un processus encore en maturation fondé sur les échanges numériques et l'interopérabilité.

Une démarche collective pilotée par une organisation professionnelle permet de structurer l'ensemble d'une filière sur la base d'un consensus, les informations métier à faire porter par les objets numériques et ainsi faire des objets BIM un vecteur de la connaissance du métier et du savoir-faire.

De plus, le développement d'objets et toute la démarche intellectuelle collective associée sont une excellente opportunité d'appréhender le BIM et ses problématiques pour ces professionnels. L'approche collective est un moyen de mutualiser les coûts de mise en place du BIM pour l'ensemble d'une filière.

Aujourd'hui, il existe de nombreuses sources d'objets et de propriétés associées : bibliothèques d'objets intégrées dans les logiciels, bibliothèques créées par des acteurs comme des architectes, des bureaux d'études, des économistes, les manufacturiers... Cependant, ces objets ne reflètent pas nécessairement toute la réalité professionnelle et sont parfois porteurs d'inexactitudes. Pour garantir la qualité des informations échangées et augmenter la confiance dans le contenu numérique, l'organisation professionnelle peut développer des objets dits génériques. Cette démarche contribue avant tout à la numérisation des pratiques professionnelles.

De même, elle permet d'identifier et de décrire les besoins d'échanges entre acteurs lors des projets de construction pour préparer et mettre à disposition les modèles d'échanges (groupes de données) correspondants.

Enfin, il est à noter qu'il ne s'agit que d'une démarche de structuration et de collecte de l'information. Les informations échangées sont les mêmes que dans les processus traditionnels de construction.

La méthodologie proposée dans ce document pour le développement de modèles d'objets numériques combine deux approches.

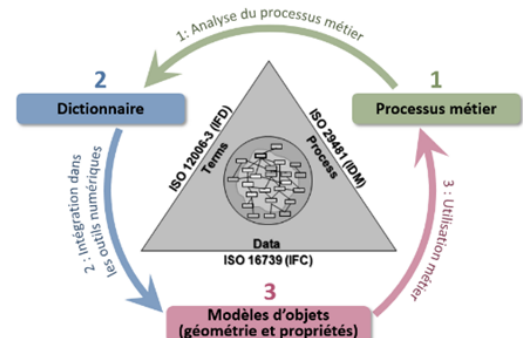
D'une part, une approche inspirée de l'analyse fonctionnelle qui provient du monde de l'industrie et qui peut être utilisée dans notre démarche. Cette approche vise d'abord à déterminer les différentes fonctions remplies par les pro-



duits et les ouvrages de construction considérés. Cette analyse est également utile pour définir l'ouvrage ou le produit générique correspondant.

D'autre part, une seconde approche, plus directement liée à la prise en compte de l'utilisation de l'objet numérique dans les différents processus BIM. L'articulation entre les deux approches apparaît lorsqu'on considère l'objet numérique comme un produit en tant que composant informatique : quels seront ses utilisateurs, dans quel contexte sera-t-il utilisé, à quels besoins répond-il ... ? C'est là que la notion de données portée par la partie « description des processus métier » de l'approche numérique rejoint l'analyse fonctionnelle et permet de la détailler.

En particulier, l'étude des échanges de données mis en œuvre dans le processus considéré fera apparaître la nécessité d'une cohérence entre les différents modèles d'objets. Celle-ci ne pourra être obtenue que par la collaboration entre les différents métiers impliqués.



La démarche décrite dans ce guide réunit ces deux approches et les réorganise en deux grandes étapes : d'abord une étape de conception, ensuite une étape de mise en œuvre. Cela permet d'intégrer les deux approches dans un processus global cohérent.

Par ailleurs, les produits, les objets numériques et leurs contextes respectifs évoluent avec le temps. De même, la compréhension que le professionnel ou l'organisation professionnelle a de ces sujets évolue avec la maturité de sa démarche. Les travaux d'analyse qui peuvent s'étendre sur la durée doivent prendre en compte ces aspects.

Cela est particulièrement vrai pour les objets numériques qui s'inscrivent dans un contexte informatique en évolution rapide.

La démarche proposée ici intègre de ce fait une approche itérative permettant de capitaliser sur des retours d'expérience successifs. Cet aspect peut être relié à une progressivité des investissements nécessaires à l'élaboration des objets numériques.

Synoptique de la méthodologie

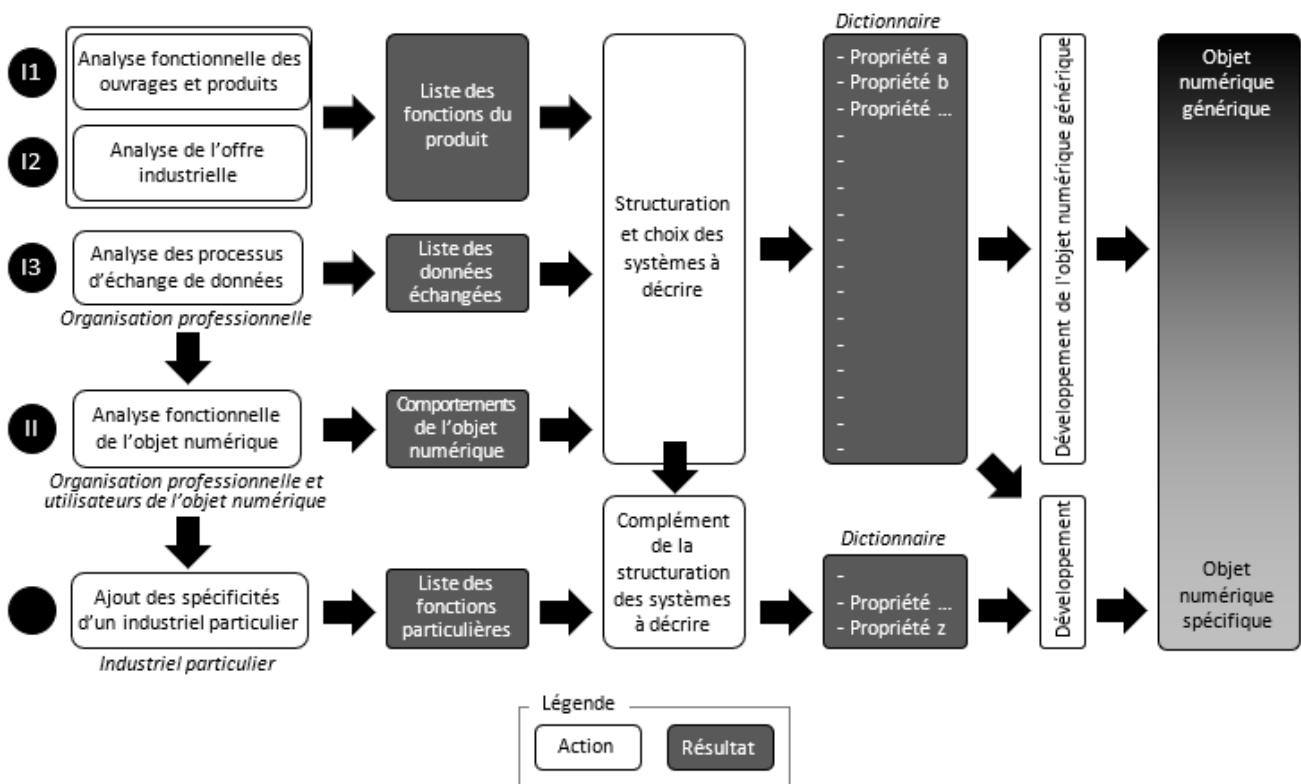


Fig. 1 : synoptique de la méthodologie proposée pour le développement d'objets numériques génériques

Références vers les paragraphes du document :

- 1 Cf. le paragraphe « Analyse fonctionnelle des ouvrages et produits » (page 10)
- 2 Cf. le paragraphe « Analyse de l'offre industrielle » (page 11)
NB : Cette étape est propre aux produits industriels.
- 3 Cf. le paragraphe « Analyse des processus d'échanges de données (IDM) » (page 11)
- II Cf. le paragraphe « L'objet numérique en tant que produit » (page 16)
- Cf. le paragraphe « Définitions » (page 8)

Définitions

Modèle d'objet numérique

Un modèle d'objet numérique sert à créer un objet numérique de type ouvrage, partie d'ouvrage ou composant dans un modèle numérique métier de projet.

Les propriétés de cet objet devront être listées en fonction du processus supporté par l'objet (pilotage par les processus).

Une fois cette liste définie, les propriétés seront recherchées dans un dictionnaire. Celles qui seraient éventuellement absentes, seront ajoutées suivant le processus défini dans la norme EN ISO 23386.

Dans un modèle d'objet numérique, il n'y a pas de valeurs attribuées aux propriétés.

Objet numérique générique

Un objet numérique générique est un objet numérique décrivant un ouvrage, une partie d'ouvrage ou un composant, sans référence à un produit, une marque ou une solution spécifique :

- Soit en termes de **spécifications fonctionnelles** :
Il est utilisé depuis la phase conception jusqu'au marché de travaux pour préciser les exigences attendues dans les phases amont du développement de la maquette numérique, et constitue ainsi l'amorce de l'objet représentatif de la solution pratique correspondante.
- Soit en termes de **performances** :
Il porte alors des valeurs représentatives de solutions proposées par l'ensemble des industriels de l'organisation professionnelle concernée. Ces valeurs peuvent être des valeurs moyennes, ou des plages de valeurs, et peuvent éventuellement être utilisées pour faire des simulations approchées, dans les phases amont des projets.

Il est partagé par l'ensemble des acteurs tout au long du cycle de vie de l'ouvrage. Ces acteurs en renseignent, complètent et détaillent progressivement les propriétés. Ils l'utilisent comme support d'échange de données lors des processus de conception, de construction et d'exploitation.

Objet numérique spécifique

Un objet numérique spécifique décrit une solution industrielle effectivement disponible sur le marché, c'est-à-dire un produit manufacturé ou un ouvrage réalisé *in situ*.

- Dans le premier cas, il est développé par le fabricant pour décrire chacune de ses solutions spécifiques. Pour cela, il convient de reprendre, comme base, la liste des propriétés de l'objet générique et le cas échéant de la compléter par des propriétés correspondant aux fonctions particulières de la solution.
- Dans le second cas, il appartient à l'entreprise de le modéliser pour décrire l'ouvrage réalisé. Pour cela, il convient de reprendre, comme base, la liste des propriétés de l'objet générique complétée par celles des matériaux utilisés et le cas échéant, par des propriétés correspondant aux fonctions particulières de la solution.

Dans les deux cas, l'objet numérique spécifique intègre les valeurs effectives des propriétés de l'objet représenté.

L'objet numérique spécifique est donc le prolongement de l'objet numérique générique.

Ce document se propose de décrire uniquement une méthodologie pour développer des objets numériques génériques. Une méthodologie similaire pourrait être utilisée pour le développement d'objets spécifiques.

Dans tous les cas, il est indispensable de travailler sur la nécessaire continuité entre les objets numériques génériques et spécifiques. Des éléments utiles pour aborder cet aspect sont développés au paragraphe « Objets évolutifs » (page 20).

Conception

La conception de modèles d'objets numériques est une démarche innovante pour les organisations professionnelles. A ce titre, notre approche privilégie la mise en œuvre d'investissements progressifs par l'intermédiaire d'une démarche itérative.

Notion de Minimum Viable Product

La première itération consistera à identifier un Minimum Viable Product qui permettra de valider l'existence d'un besoin. Ce Minimum Viable Product prendra la forme d'un modèle d'objet BIM présentant un intérêt opérationnel mesurable. Il sera, pour cela, défini par :

- Un produit ou ouvrage cf. § I.1 et § I.2 ;
- Un échange de données cf. § I.3.

Dans ces conditions, il pourra être mis à disposition des utilisateurs rapidement, de manière à bénéficier de retours d'expérience et à enclencher les itérations suivantes.

Recherche de solutions déjà existantes

La première étape consistera à identifier d'éventuels modèles déjà existants. Cette recherche peut commencer par la consultation des dictionnaires qui peuvent contenir des listes de propriétés correspondant partiellement ou totalement au besoin. Dans le cas d'une correspondance partielle, il sera possible de s'en servir comme base.

Pour le modèle d'objet proprement dit, il faudra ensuite rechercher les modèles qui sont construits à partir de la liste de propriétés identifiées.

Retour sur investissement

Le fait d'avoir précisément défini le cas d'usage (produit et échange) permet d'identifier les éléments d'un calcul de retour sur investissement, en comparant les efforts nécessaires pour ce cas d'usage, sans l'objet BIM puis avec l'objet BIM.

Investissements progressifs

Les itérations suivantes permettront d'améliorer et d'étendre les fonctionnalités des modèles d'objet BIM en prenant en compte les retours d'expérience des utilisateurs et l'analyse fonctionnelle détaillée du produit. Cette démarche itérative permet, d'une part d'ajuster les investissements en fonction des retours utilisateurs, et d'autre part de garantir l'adéquation du produit BIM aux besoins et à la maturité des utilisateurs.

Articulation de la démarche

Chaque itération mettra en œuvre les phases—de conception, mise en œuvre et tests—décrites dans les chapitres suivants.

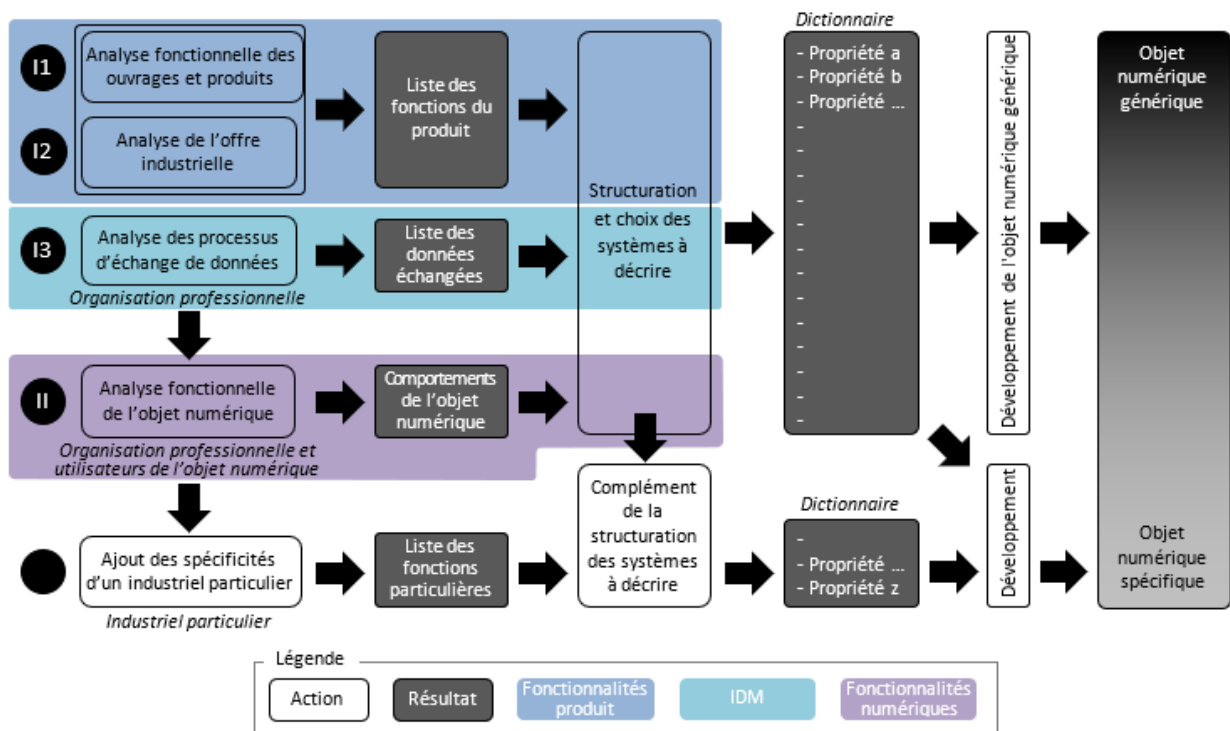


Figure 2 - Synoptique de la méthodologie proposée - Partie conception

Déterminer les produits génériques

La première étape importante de ce travail est de déterminer les objets à décrire numériquement. Pour ce faire, nous proposons à l'organisation professionnelle de réaliser une analyse fonctionnelle de ses produits et systèmes, et de les envisager dans un ouvrage, un bâtiment. Cela permettra de déterminer des solutions génériques qui pourront être traduites numériquement.

Le créateur de l'objet numérique générique doit choisir de décrire un produit, un système ou un ouvrage. Ce choix constitue un parti pris qui reflète la vision de l'organisation professionnelle et prend en compte les besoins des utilisateurs de la solution décrite.

Le guide n'a pas pour objectif de faire le choix de description à la place de l'organisation. Il propose plutôt une méthodologie de réflexion fondée sur l'analyse fonctionnelle.

Notons que les produits et leurs contextes (utilisateur, normatif ...) évoluent avec le temps. De même la compréhension que l'organisation professionnelle a de ses produits et de leurs contextes évolue avec la maturité de sa démarche. L'analyse qui peut s'étendre sur la durée doit prendre en compte ces aspects.

Analyse fonctionnelle des ouvrages et produits

On peut aborder l'analyse fonctionnelle selon deux axes de travail qui permettront de faire des regroupements par solutions génériques :

1er axe : par similarité de fonctions

On vise à trouver un socle commun de fonctionnalités parmi les produits distribués sur le marché. Au sein des organisations professionnelles, on parle souvent de "familles" ou "gammes" de produits :

- Au sein d'une seule organisation professionnelle. Par exemple les fonctions de couverture, de rendu esthétique, de document de mise en œuvre, etc. permettent de regrouper les tuiles de terre cuite en plusieurs familles : « tuiles canal », « tuiles plates », « tuiles à emboîtement ».
- Dans une approche inter-organisations professionnelles. Par exemple la famille « petits éléments de couverture » regroupe les tuiles de terre cuite, les tuiles béton, les ardoises naturelles ou en fibres-ciment, les bardeaux bitumés et les tuiles métalliques.

2nd axe : par complémentarité de fonctions

On vise à regrouper les solutions génériques par systèmes multi-produits qui assemblés assurent une fonction :

- Au sein d'une seule organisation professionnelle. Par exemple un « système de gestion d'éclairage » qui permet d'assurer la fonction d'éclairage est composé de capteurs, actionneurs, contrôleurs, émetteurs, chacun assurant des sous-fonctions complémentaires.
- Dans une approche inter-organisations professionnelles. Par exemple, une paroi multicouche qui permet d'assurer la fonction « séparatif vertical » est composée des couches mur maçonné assurant la fonction « structure porteuse », laine minérale assurant la fonction « isolation », et plaque de plâtre assurant la fonction « parement ».

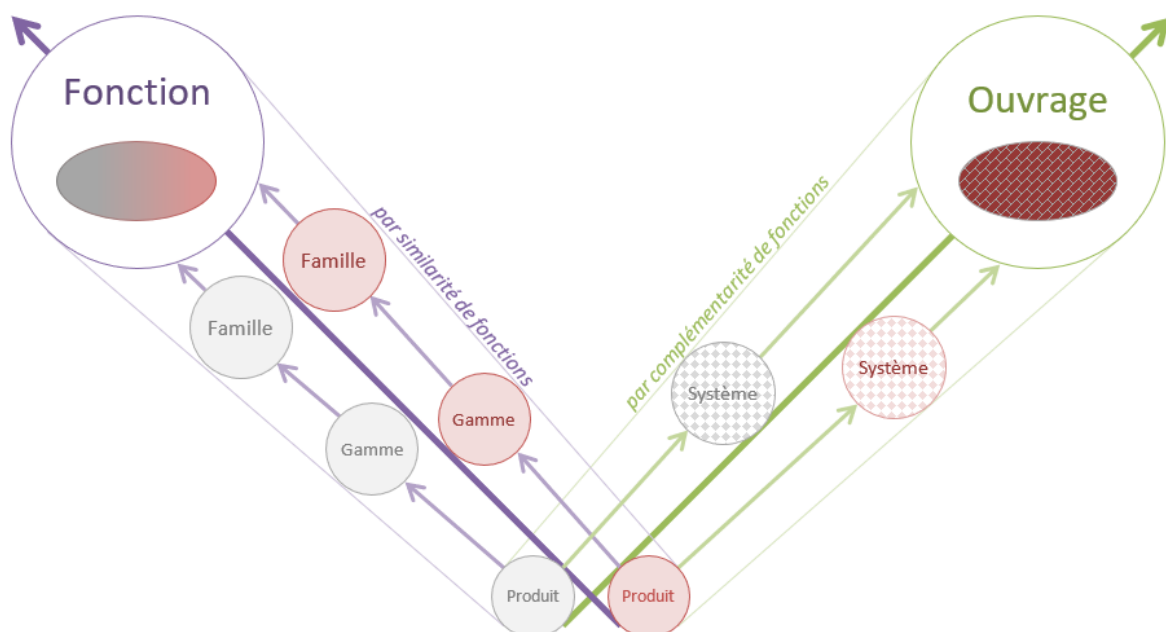


Fig. 3 - Schéma des deux axes de travail pour l'analyse fonctionnelle des produits

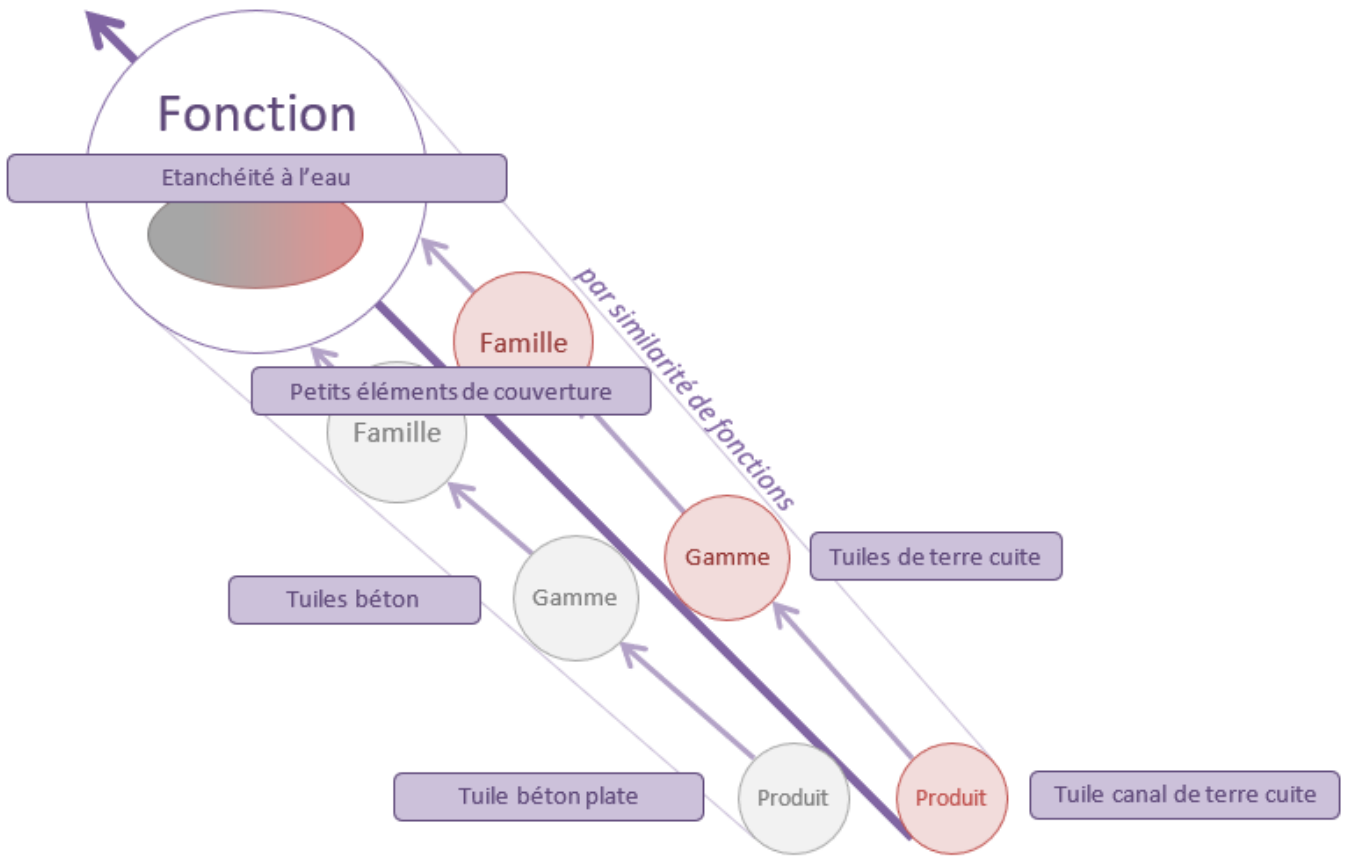


Fig. Figure 4 - Exemple de similarité de fonctions

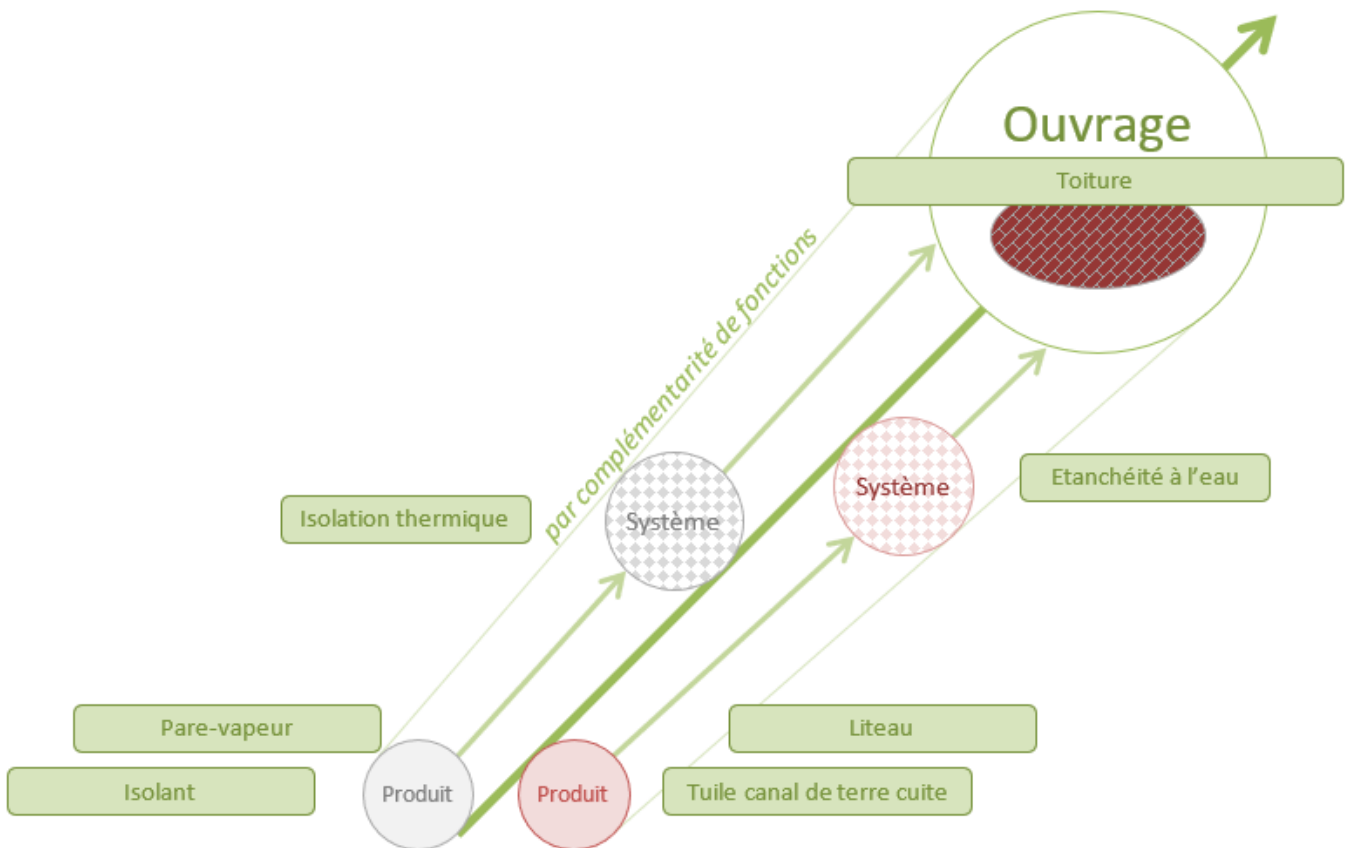


Fig. 5 - Exemple de complémentarité de fonctions

Analyse de l'offre industrielle

Une première base de travail des organisations professionnelles des industriels, pour l'analyse fonctionnelle, pourrait être l'offre industrielle proposée par sa filière au travers des catalogues de produits des fabricants.

Si la notion de « système » peut paraître un peu abstraite pour une filière donnée, la notion de « gammes » ou de « familles » de produits est quant à elle beaucoup plus parlante et peut se rattacher à une réflexion par similarité de fonctions. Les catalogues de produits sont souvent organisés par gammes, ce qui permet de faire des recherches par fonction.

Par ailleurs, ces catalogues décrivent aussi des systèmes mettant en œuvre les fonctions proposées par les produits. On balaye ainsi les deux axes envisagés ci-dessous.

Par exemple, la Fédération de l'Industrie du Béton (FIB), pour enclencher les réflexions sur le développement de bases de données de produits et systèmes génériques, a tout d'abord déterminé les premiers systèmes à décrire en décomposant l'offre globale des industriels de sa filière. Cela a donné comme point de départ les premières familles suivantes :

- les planchers,
- l'ossature et la charpente,
- les murs,
- les tuyaux et regards,
- les escaliers,
- les éléments longitudinaux de voirie,
- les chambres de tirage et télécom.

A partir de là, la réflexion s'est tournée vers la décomposition fonctionnelle de chacune de ces familles, pour ainsi déterminer un certain nombre de systèmes dans lesquels les produits en béton préfabriqués pouvaient être décrits.

1. Lister les fonctions des ouvrages, systèmes et produits

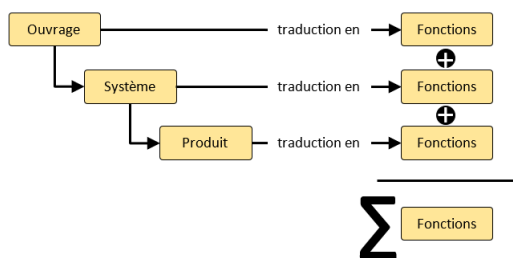


Fig. 6 - Lister les fonctions

2. Traduction des fonctions par propriétés

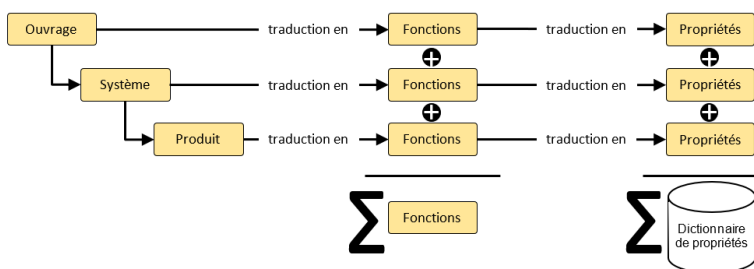


Fig. 7 - Traduire les fonctions par des propriétés

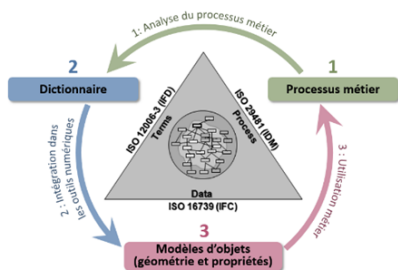
Les étapes clés à suivre :

- Etablir la décomposition en ouvrages, systèmes, et produits ;
- Pour chacun des ouvrages, systèmes et produits identifiés, établir la liste des fonctions qu'il apporte au niveau supérieur en faisant apparaître les interfaces correspondantes.

Les fonctions déterminées au paragraphe précédent doivent ici être exprimées sous forme de propriétés qui permettront de décrire l'objet en termes d'exigences puis de performances rattachées à ses fonctionnalités.

L'ensemble de ces propriétés définira le modèle d'objet dans le dictionnaire de données.

Analyse des processus d'échanges de données (IDM)



La description des processus d'échange de données s'inscrit dans une vision plus globale de la structuration des données pour le BIM. Cette vision est décrite par le schéma ci-contre,

proposé par buildingSMART International (bSI).

Ces différentes étapes sont basées sur des normes ou des standards qui fondent la méthodologie proposée :

Descriptions des processus métiers

- Information Delivery Manual (IDM) : NF EN ISO 29481-1 et -2
- Business Process Model and Notation (BPMN) : ISO IEC 19510-2013

Définitions des objets et de leurs propriétés

- Propriétés des Produits pour le BIM (PPBIM) : EN ISO 23386
- International Framework for Dictionaries (IFD) : NF EN ISO 12006-3

Modélisation des données

- Industry Foundation Classes (IFC) : NF EN ISO 16739
- Model View Definition (MVD) : buildingSMART International MVDXML

En effet, la seule description d'un objet BIM par ses propriétés fonctionnelles ne suffit pas pour déterminer l'ensemble des informations nécessaires pour son utilisation dans une maquette, et au-delà dans un ouvrage.

Si les propriétés fonctionnelles rendent compte des performances - physiques, chimiques, mécaniques... - d'un objet, celles-ci ne permettent pas de mettre en évidence l'évolution et l'utilisation de ce dernier dans un processus de projet.

L'organisation professionnelle par son rôle collectif possède une vision synthétique du marché (l'industriel, ses clients et ses prescripteurs). La décomposition en systèmes peut alors s'effectuer par une analyse des attentes de ces acteurs.

Nous allons nous attacher à décrire ici la manière dont l'objet est à compléter par d'autres propriétés plutôt liées aux échanges d'informations nécessaires entre différents acteurs de l'acte de construire. Ce qui nous intéresse dans la structuration c'est le besoin ou non d'informations à un jalon donné.

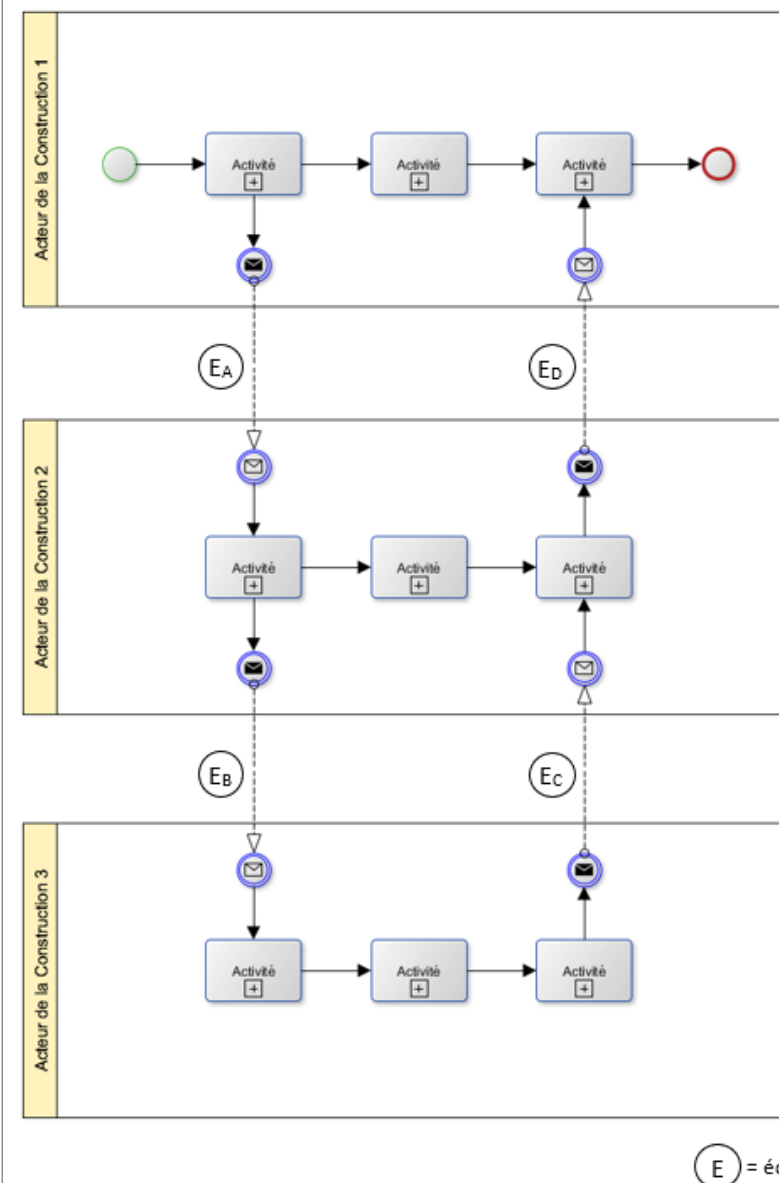
L'échange devient donc un aspect essentiel dans la description de l'objet par ses propriétés. La méthode, décrite ci-après, de caractérisation de l'échange d'un objet afin d'en structurer les propriétés, est issue de la norme NF EN ISO 29481-1 et -2 (IDM).

1. Processus d'échanges (BPMN)

Au cours d'un projet de construction, chaque acteur de la chaîne va, au cours de son intervention, exprimer un besoin d'informations pour continuer à mener ses activités. Ces informations auront des origines diverses : un cahier des charges, un résultat de calcul, une exigence réglementaire... Ce besoin d'information va être formulé au cours d'une phase d'échanges avec le ou les acteurs pouvant apporter une réponse à la question posée.

L'échange d'informations est modélisable par un (ou des) processus mettant en avant à la fois les acteurs participant à l'échange, les activités générant le besoin d'informations, et les flux de travail entre les acteurs. Il s'agit donc de décrire de manière synthétique les différentes étapes permettant de concevoir, réaliser et mettre en œuvre l'objet considéré, depuis une maquette numérique jusqu'à sa mise en œuvre sur le chantier. La modélisation du processus doit se faire dans un langage compris de tous. Le format BPMN (Business Process Model and Notation – ISO IEC 19510-2013) est utilisé conformément aux dispositions de la norme IDM.

Fig. 8 : Business Process Model & Notation (BPMN)



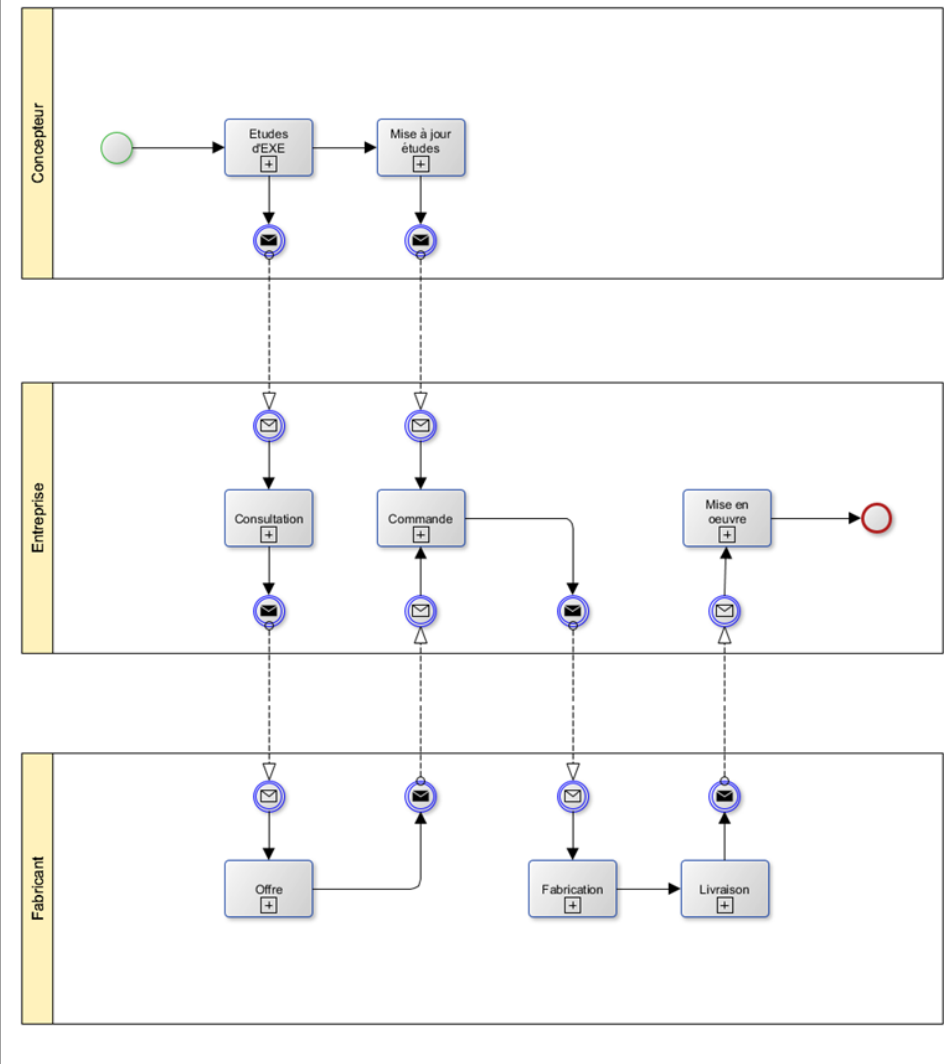
Le BPMN présentée ci-contre rend compte du fait que chaque échange E_N entre les acteurs correspond à une liste de données.

Par exemple, on peut décrire le processus de conception, fabrication et fourniture d'un « Mur à Coffrage Intégré » (MCI) en béton pré-fabriqués.

Trois acteurs ont été identifiés dans ce processus :

- le Concepteur, de manière générale : architecte et bureaux d'études,
- l'Entreprise : le titulaire du marché de construction,
- le Fabricant : celui qui produit et fournit le produit MCI.

Fig. 9 : BPMN du Mur à Coffrage Intégré (MCI)



De manière synthétique, le processus d'échange autour du MCI entre les 3 acteurs peut se décrire ainsi (cf schéma ci-contre).

Pour chaque « message flux » modélisant un échange entre les différentes « piscines » symbolisant les acteurs, un besoin d'informations est identifiable. Ce besoin est bien évidemment à décrire, négocier si nécessaire entre organisations professionnelles, de façon à pouvoir faire l'objet d'un consensus entre les utilisateurs finaux.

2. Intégration du produit dans les processus projets

Pour notre « objet BIM », l'analyse du processus permet de compléter la description de l'objet au regard de sa conception, sa fabrication, sa livraison ou encore sa mise en œuvre effective. Le tout en gardant à l'esprit qu'un certain nombre de règles métiers vont être utilisées pour décrire et qualifier le processus.

Les propriétés qui en découlent ont alors pour principaux sujets :

- des dates, de validation, de livraison...
- des règles et hypothèses de calculs,
- la localisation dans l'ouvrage,
- la fourniture d'équipements annexes,
- le type de manutention,
- les éventuelles zones de stockage sur le chantier,
- la zone d'encombrement (dégagement d'une porte ou cage d'escalier) qui permettront de gérer la détection de conflits (clash).

Ces propriétés s'ajoutent à la liste des propriétés fonctionnelles.

3. Structuration des propriétés pour prendre en compte les échanges

Gardons tout d'abord en tête que la méthode décrite ici cible un seul modèle d'objet. Elle est donc à mener pour chacun des modèles d'objets composant les ouvrages.

Par ailleurs, chaque processus métier peut faire apparaître des propriétés supplémentaires. L'analyse doit donc être faite pour les différents processus.

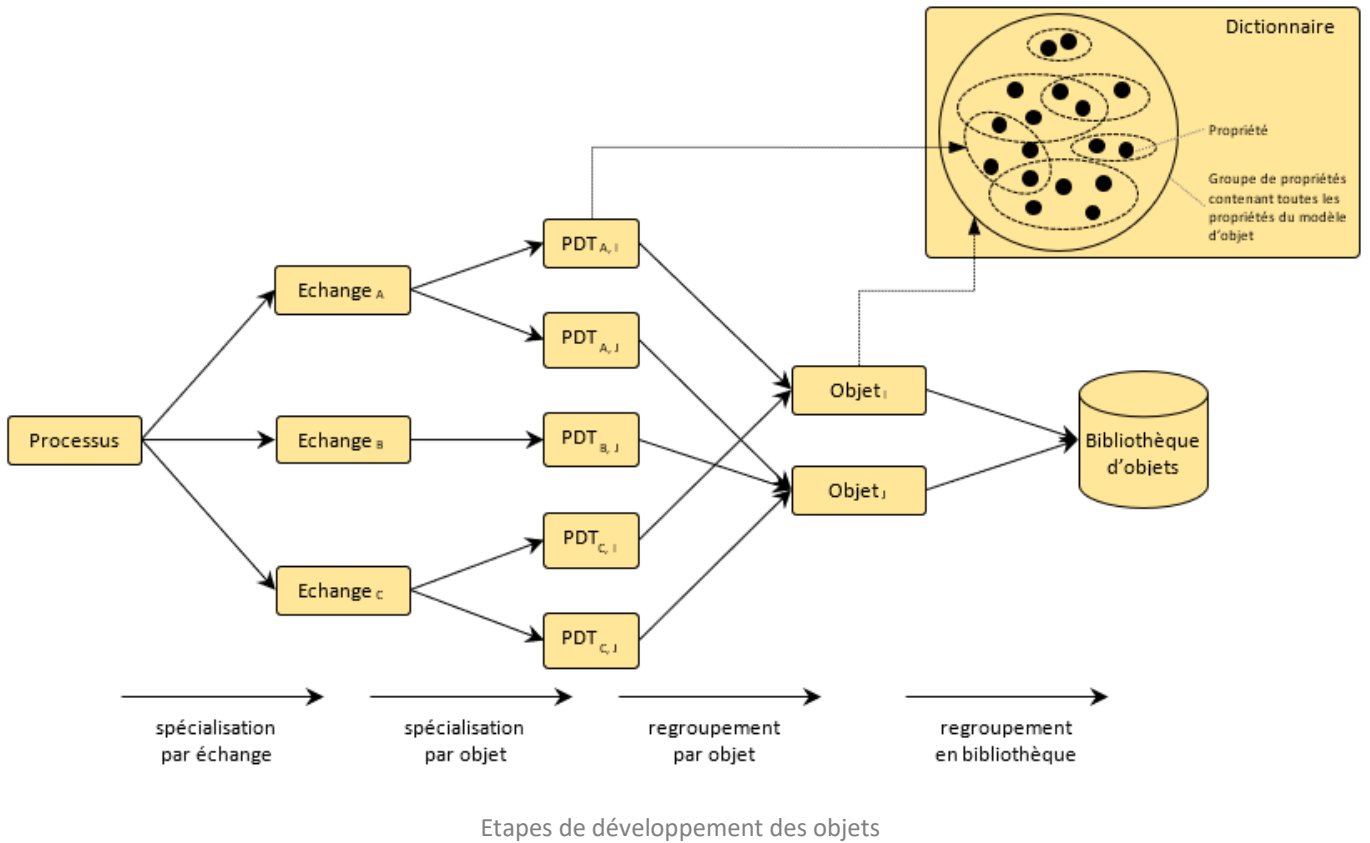
A partir de cette liste des propriétés de l'objet et pour chacun des échanges mis en avant dans le processus projet, il convient d'identifier les propriétés nécessaires à chaque échange.

La liste est alors structurée en « modèles d'échange » se rapportant chacun à un échange particulier.

Objet N	Echange E _A	Echange E _B	Echange E _C
Propriété 1	X	X	
Propriété 2	X	X	
Propriété 3		X	X

La liste des propriétés de l'objet N est composée des propriétés 1, 2 et 3. Lors de l'échange A, seules les propriétés 1 et 2 sont nécessaires.

Elles sont donc rassemblées dans un modèle d'échange de données « Exchange A ». Un tel modèle d'échange de données est également appelé PDT (Product Data Template).



Lors de la réalisation du processus métier, l'utilisateur pourra choisir et regrouper les objets adaptés :

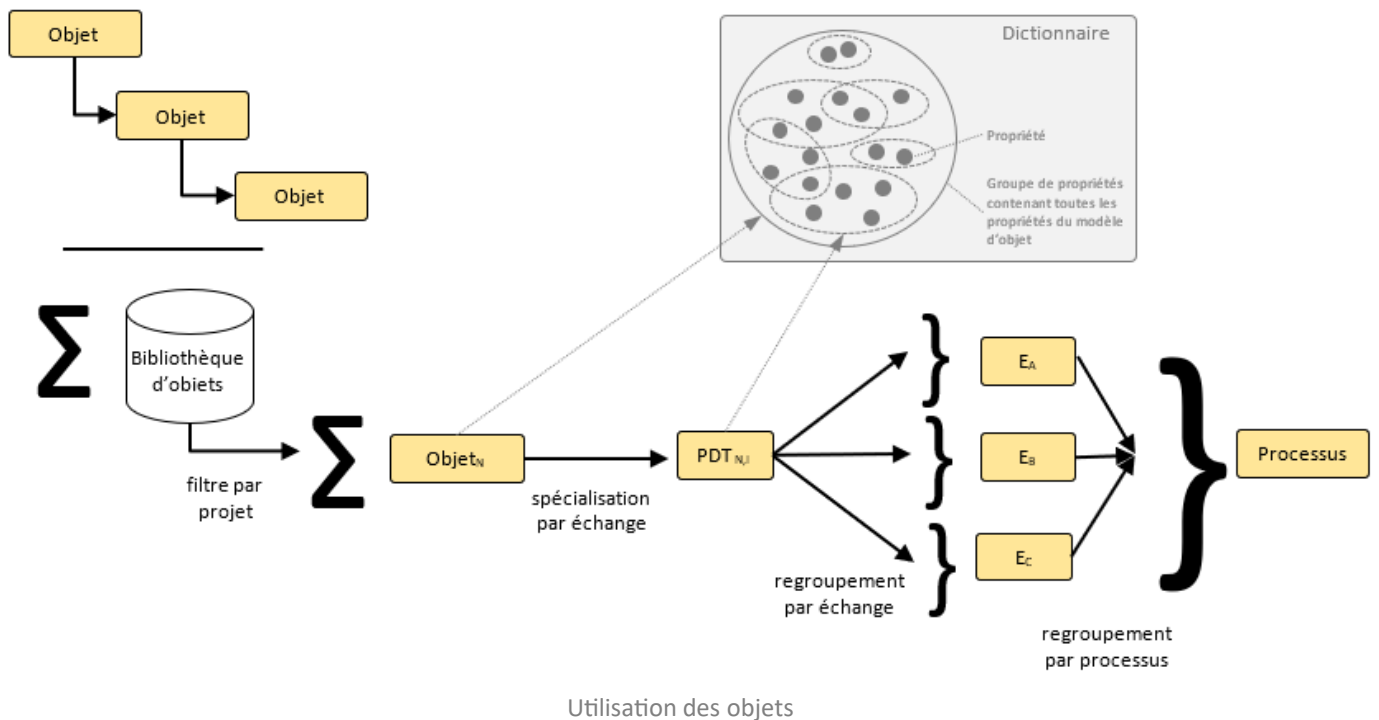


Fig. 10 : Structuration des données pour les échanges

L'objet numérique en tant que produit

La première partie nous a permis de déterminer les objets à décrire et leurs propriétés du point de vue des usages métiers. Il convient d'envisager maintenant l'objet comme un produit numérique qui va être manipulé au travers de processus BIM. Il faut donc prendre en compte les besoins supplémentaires liés aux usages BIM.

Notons que les objets numériques et leurs contextes (utilisations, logiciels...) évoluent rapidement. De même, la compréhension que l'organisation professionnelle a de ces objets et de leurs contextes évolue avec la maturité de sa démarche. L'analyse qui peut s'étendre dans le temps doit prendre en compte ces aspects.

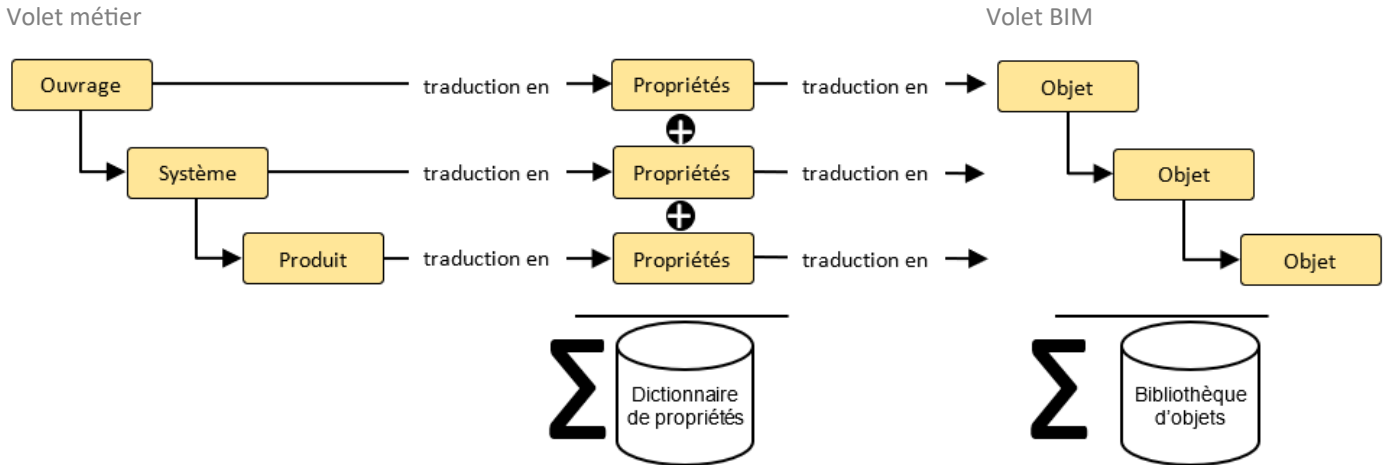


Fig. 11 : Dictionnaires et bibliothèques

Identification des besoins supplémentaires pour les usages BIM

Pour les objets numériques en tant que produits, l'analyse fonctionnelle n'a généralement pas encore été effectuée. Or, elle permet d'explorer d'autres aspects liés à l'utilisation de ces objets dans le cadre des processus numériques et en particulier des besoins spécifiques associés.

Pour identifier ces besoins supplémentaires, on considère les cas d'usage numériques en se posant 3 questions :

A qui l'objet numérique rend-il service ?

→ Placer l'utilisateur au centre de la réflexion.

Sur quoi l'objet numérique agit-il ?

→ Définir les environnements d'utilisation :

- L'interface permettant de manipuler l'objet numérique (par exemple le logiciel de modélisation) ;
- Le terminal utilisé (par exemple ordinateur, smartphone, lunettes 3D, machine à commande numérique).

Dans quel but ?

→ Décrire le besoin de l'utilisateur auquel l'objet numérique répond dans cet environnement.

Notons tout d'abord que ce type d'analyse peut être également appliqué au produit réel. Par exemple pour une fenêtre, on aura :

Questions	Réponses
A qui le produit rend-il service ?	A l'habitant
Sur quoi le produit agit-il ?	La pièce
Dans quel but ?	Apporter de la lumière à l'utilisateur

Prenons maintenant l'exemple de l'objet numérique « fenêtre » utilisé en phase esquisse :

Questions	Réponses
A qui l'objet numérique rend-il service ?	A l'architecte
Sur quoi l'objet numérique agit-il ?	Sur le modèle numérique dans l'environnement logiciel utilisé par l'architecte
Dans quel but ?	Modéliser son projet architectural

Prenons enfin l'exemple de l'objet numérique « fenêtre » utilisé en phase études :

Questions	Réponses
A qui l'objet numérique rend-il service ?	A l'acousticien
Sur quoi l'objet numérique agit-il ?	Le modèle de simulation acoustique
Dans quel but ?	Calculer l'isolation phonique de la pièce vis-à-vis des bruits extérieurs

Les 2 exemples ci-dessus montrent qu'un même objet numérique peut être utilisé par différents acteurs, à différentes phases et dans différents buts.

L'organisation professionnelle peut classer la liste de ces différents buts en fonction, par exemple, des prescripteurs importants pour ses adhérents.

Cette phase d'analyse de l'objet numérique peut amener à réviser les propriétés de l'objet métier et sa structuration en système.

Traduction des besoins en fonctionnalités des objets numériques

Cette traduction permet de spécifier l'objet numérique, en termes de comportements et de fonctionnalités numé-

riques, en s'appuyant sur l'objet métier et les caractéristiques spécifiques de l'objet numérique.

Objet numérique : Fenêtre									
Fonctions, comportements et traitements de l'objet numérique		Processus A : Modéliser le projet architectural					Processus B : Etude thermique		
		Acteur A1	Acteur A2	Acteur A3	Acteur A4	Acteur A5	Acteur B1	Acteur B2	Acteur B3
Décrire le produit	f	X	X				X	X	
Percer les murs	c	X	X	X	X	X			
Se calepiner	c								
Être validé par rapport aux règles DTU	t								
Être recherché dans un catalogue	t							X	
Être muté entre les phases	t	X	X	X	X	X	X	X	X
Être expurgé pour correspondre au DOE	t								
...									

f : fonction / c : comportement / t : traitement

cf. Mise en œuvre, Modélisation des objets - IFC, Réalisation des objets, 4. Objets avec comportement" sous forme d'annotation

Pour spécifier ces fonctions ou comportements, il est essentiel de se tourner vers des utilisateurs et d'échanger avec eux autour de chaque besoin listé.

Une notion d'amélioration continue doit être envisagée dès cette étape de spécification pour pouvoir adapter l'objet à de nouveaux besoins.

Vous avez une pub BIM à diffuser : et pourquoi pas ici ?!

- PUB 1/2 page 1/3 ou 2x 1/4 -

Tarifs en ligne :

<https://www.buildingsmartfrance-mediaconstruct.fr/2020/04/03/3-nouveaux-guides-bim-ouverts-a-la-pub/>

Mise en oeuvre

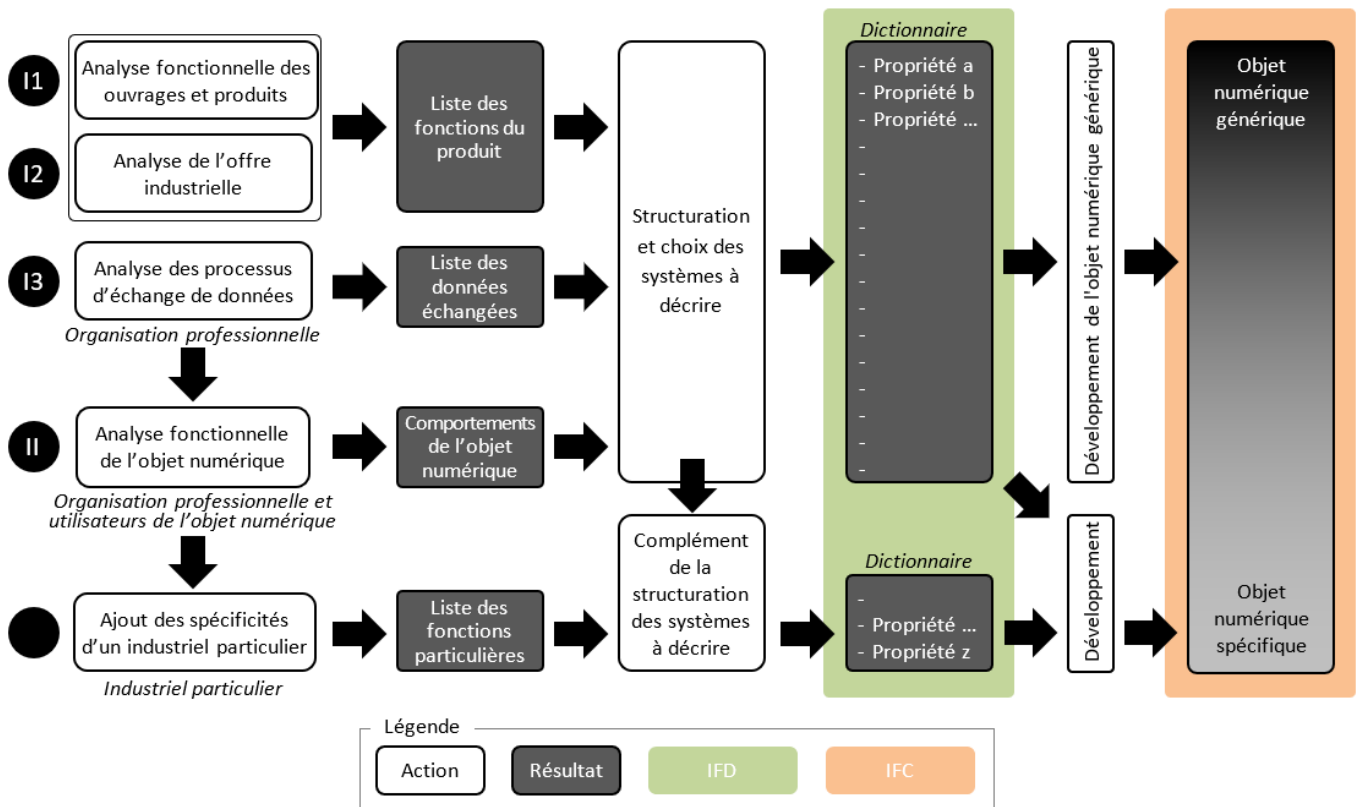


Figure 12 - Synoptique de la méthodologie proposée - Partie mise en oeuvre

IFD (International Framework for Dictionaries) : norme EN ISO 12006-3

IFC (Industry Foundation Classes) : norme EN ISO 16739

Dictionnaire de données – IFD

Pour pouvoir partager les définitions des propriétés des produits telles qu'elles ont été déterminées pendant la phase de conception, on peut utiliser un dictionnaire de données.

Ce dictionnaire doit être conforme à la norme ISO 12006-3.

Pour un tel dictionnaire, le processus d'enregistrement d'une propriété ainsi que la structure de sa définition sont décrites dans la norme EN ISO 23386.

Les dictionnaires conformes à ces normes présentent des interfaces qui guident l'utilisateur tout au long du processus normalisé d'enregistrement des définitions.

En attendant la disponibilité de tels dictionnaires, une amorce de contenu existe sous la forme d'un tableau Excel disponible sur le site www.batiment-numerique.fr à l'adresse suivante :

<http://www.batiment-numerique.fr/news/114/27/Projet-PO-BIM-Publication-des-resultats.htm>

Enregistrement des propriétés et des modèles d'objets dans le dictionnaire

Pour mettre en cohérence ses objets génériques avec le dictionnaire, l'organisation professionnelle peut mettre en œuvre les processus suivants :

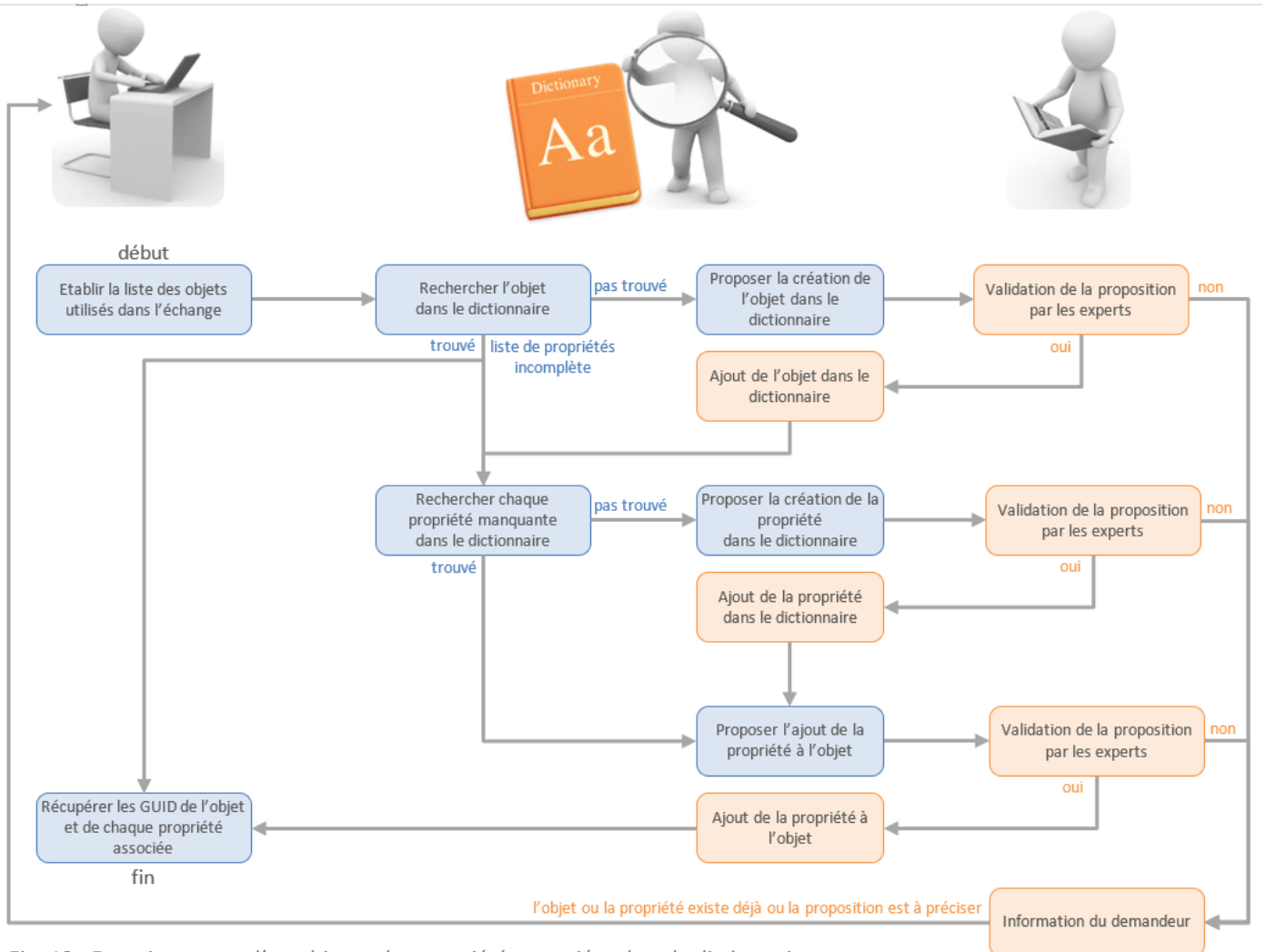


Fig. 13 : Enregistrement d'un objet et des propriétés associées dans le dictionnaire

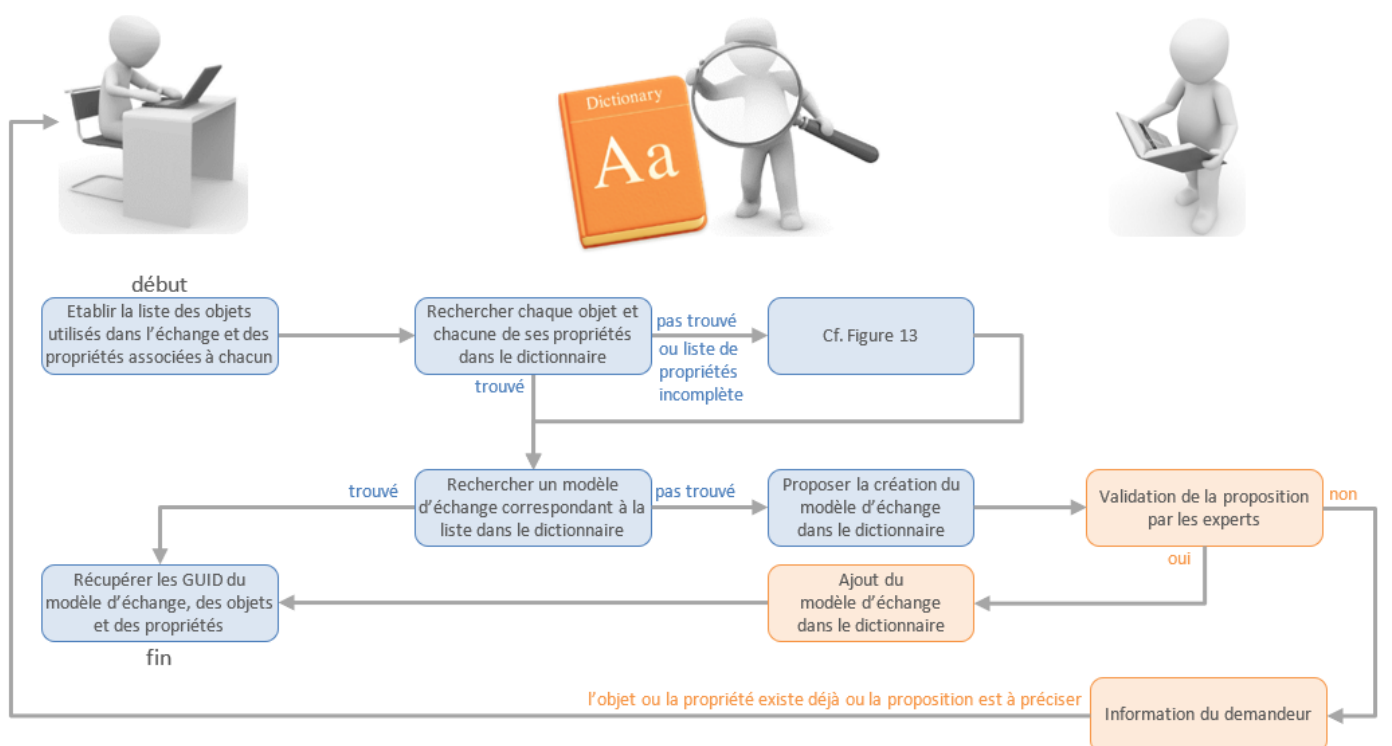


Fig. 14 : Enregistrement d'un modèle d'échange dans le dictionnaire

Conseils pour choisir un dictionnaire

1. Outil logiciel de gestion du dictionnaire

Le premier point à prendre en considération est la conformité de l'outil à la norme EN ISO 23386.

Cette norme est également connue sous le nom de *Product Properties for BIM* (PPBIM).

Un guide d'utilisation est en cours de rédaction à l'AFNOR. Il pourra être utilisé pour évaluer la conformité de l'outil de gestion de dictionnaire à la méthodologie normalisée.

Ensuite, il peut y avoir des critères en termes d'ergonomie et de fonctionnalités :

- Existence d'un guide utilisateur
- Aide à la gestion des révisions
 - * Affichage des effets en cascade d'une révision si la définition modifiée est utilisée dans une autre définition. Par exemple : révision d'une propriété déjà utilisée dans un objet.
- Niveau d'intégration avec le dictionnaire
 - * Automatisation (avec validation) de la cascade des mises à jour vers le dictionnaire.
 - * Recherche dans le dictionnaire pour limiter le risque de création de doublons.
- Capacité à décrire des systèmes
 - * Pouvoir créer un objet (c'est-à-dire un groupe de propriétés) et le réutiliser comme composant d'un autre objet. Par exemple : l'objet « adresse postale » pour le réutiliser comme adresse postale d'une société ou d'une personne ou l'objet « société » pour le réutiliser comme maître d'ouvrage, maître d'œuvre, architecte d'un projet. Autre exemple : composants d'un produit (système).

2. Dictionnaire (EN ISO 12006-3)

Le premier point à prendre en considération est la conformité du dictionnaire à la norme EN ISO 12006-3.

Cette norme est également connue sous le nom d'« *International Framework for Dictionaries* » (IFD).

Elle décrit la structure de données à utiliser pour stocker des dictionnaires.

Elle est actuellement en cours de révision périodique.

Les évolutions actuellement étudiées portent sur :

- Des simplifications du schéma (structure de données)
- L'introduction des métadonnées correspondant à la EN ISO 23386 (gestion de la qualité)
- L'introduction de nouvelles structures de données pour représenter :
 - * La dimension d'une propriété (au sens de la série de normes ISO 80000);
 - * Les unités, pour qualifier les valeurs possibles pour une propriété lorsqu'elles font partie de la définition.
- Une évolution du schéma au niveau de la description des relations entre entités
- L'ajout d'une spécification d'une interface de connexion informatique avec d'autres dictionnaires ou des logiciels.

Cette révision devrait être achevée d'ici la fin l'année 2019.

Ensuite, il peut y avoir des critères en termes d'ergonomie et de fonctionnalités :

- Existence d'un guide utilisateur
- Existence de plugins permettant de connecter le dictionnaire aux logiciels métiers des utilisateurs ciblés par l'organisation professionnelle.

Modélisation des objets – IFC

Contraintes liées aux pratiques utilisateurs

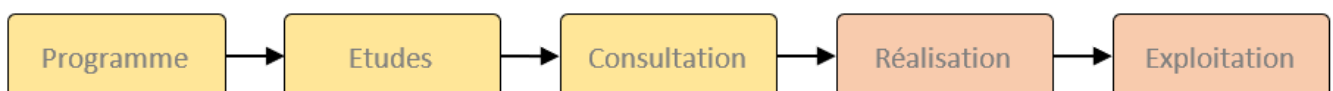
1. Objets évolutifs

Problématique

Pendant le cycle de vie du projet, l'objet est amené à évoluer. Il peut s'enrichir ou inversement s'appauvrir en termes de détails 3D mais aussi en termes de propriétés. Effectivement pour chaque échange, une liste de propriétés particulière est utilisée pour collaborer autour d'un usage précis.

Bien qu'on distingue globalement au niveau des projets différentes phases, l'évolution des objets suit un rythme différent dans la mesure où ce sont les besoins d'échanges qui le conditionnent.

Fig. 15 - Phases des projets (exemple)



Par exemple, certains éléments de toiture comme les tuiles peuvent être définis dès le tout début d'un projet si ce dernier est dans un site classé.

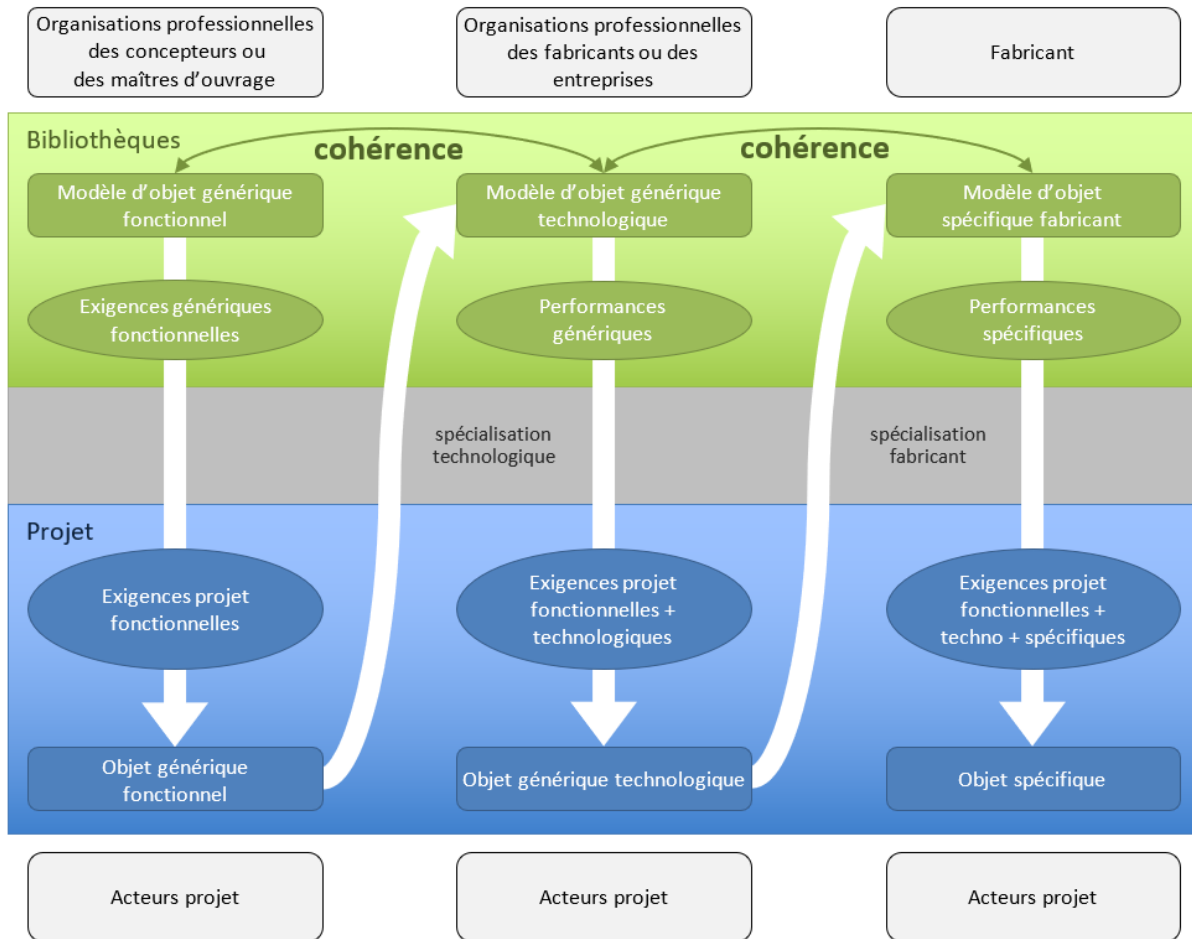


Fig. 16 - Passage du modèle d'objet générique à l'objet spécifique

Par contre l'évolution des objets suit le processus décrit dans la figure ci-dessus, qui les fait passer du modèle d'objet générique fonctionnel à l'objet spécifique.

Par exemple, le modèle d'objet générique fonctionnel peut être un « séparatif vertical », un modèle d'objet générique technologique correspondant peut être un voile en béton ou une cloison de plaques de plâtre sur ossature, et les modèles d'objets spécifiques peuvent être respectivement un voile coulé en place et une cloison d'un fabricant particulier.

Pour permettre une bonne maîtrise des flux de travail du projet, il faut assurer une cohérence entre les propriétés des modèles d'objet sous leurs différentes formes (fonctionnelle, technologique, spécifique).

Il y a donc une nécessité de coordination entre l'organisation professionnelle et ses adhérents.

Règles

Afin de faciliter l'évolution d'un objet générique en objet fabricant, la conception des objets doit respecter des règles permettant leur substitution dans les maquettes projets.

Liste de propriétés communes

Les modèles d'objets technologiques sont des extensions du modèle d'objet fonctionnel associé.

L'ensemble des propriétés du modèle d'objet générique fonctionnel correspond donc à l'intersection des ensembles des propriétés des modèles d'objets technologiques qui lui sont associés.

En reprenant l'exemple précédent, les propriétés du « séparatif vertical » sont les propriétés communes au voile béton et à la cloison de plaque de plâtre sur ossature : épaisseur, performance acoustique, performance coupe-feu, capacité porteuse ...

REGLE

Pour chaque modèle d'objet générique, l'organisation professionnelle choisit les propriétés et éventuellement les valeurs génériques. Les modèles d'objet compatibles avec ceux de cette organisation professionnelle, qu'ils soient élaborés par une autre organisation professionnelle ou par un fabricant, retiendront les mêmes propriétés en les complétant si nécessaire.

Point d'insertion commun

Dans le cas où le modèle d'objet a une représentation 3D, le point d'insertion est utilisé pour positionner l'objet dans la maquette projet : il est composé d'un **point d'origine et de directions d'orientation**.

Le point d'insertion d'un objet doit être pensé d'une façon logique pour l'utilisateur. Par exemple, le point d'insertion d'un objet d'angle est centré sur l'angle.

Point d'origine. On peut donner comme exemple les points d'origine suivants :

Structure porteuse	Au centre
Ouvertures	Centré en bas
Mobilier	Variable
Aménagement des espaces extérieurs et des communs	Au niveau d'un coin qui sera contre un mur
Autres	Centre de la largeur de la face arrière

Directions d'orientation. Le système de coordonnées local des objets doit être adapté à celui-ci-dessous.

Niveau de référence en vue de dessus :

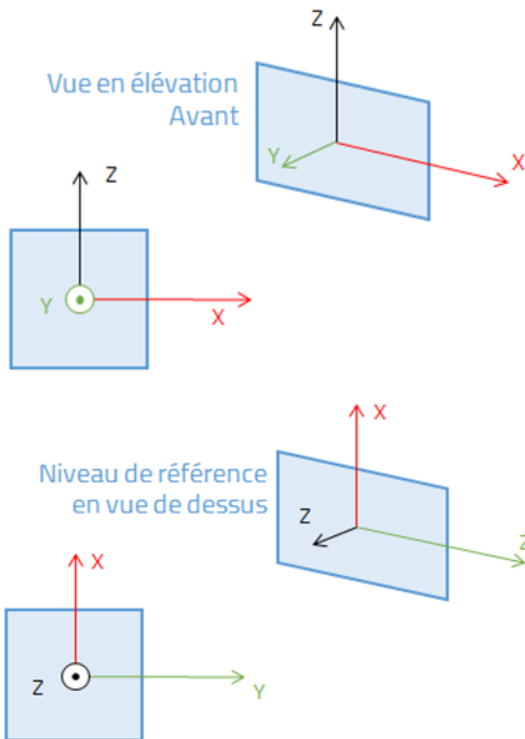


Fig. 17 - Axes de référence

Les modèles géométriques de chaque objet doivent faire référence à un système commun de coordonnées relatif à la position spatiale. Tous les logiciels ont un système de coordonnées local.

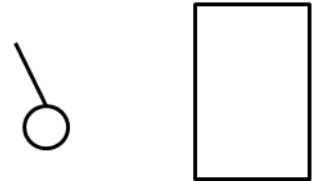
REGLE
 Pour chaque modèle d'objet, l'organisation professionnelle choisit un point d'insertion. Les objets fabricants compatibles avec les objets de l'organisation professionnelle retiendront le même point d'insertion.

Symboles 2D

Pour certains produits, il peut être pertinent de représenter son objet sous forme de symbole. Ces objets n'auront pas forcément de 3D mais devront être néanmoins perçus visuellement.

Les représentations schématiques sont souvent normalisées.

Fig. 18 - Exemple de symboles 2D pour un objet interrupteur et un objet table



Réalisation des objets

1. Objets statiques

Les objets statiques sont des objets dont les propriétés sont soit non-renseignées, soit renseignées avec une valeur scalaire.

Porte

- Couleur : RAL 7016
- Largeur : non renseignée
- Hauteur : non renseignée

Il s'agit de la manière la plus simple de décrire des objets et ceux-ci pourront être interprétés par l'ensemble des logiciels du marché.

Ce mode de description est parfaitement adapté pour des objets complètement définis en phase DOE. Pour des objets génériques, ce mode de description sera adapté soit aux objets dont les propriétés ne sont pas renseignées, soit aux modèles d'objets pour représenter ce que peut fabriquer l'Industrie.

2. Objets paramétriques à base de fonctions

La plupart des logiciels de la construction proposent la possibilité de calculer des propriétés à partir d'autres propriétés. On parle alors d'objets paramétriques à base de fonctions. Par exemple, pour un brise-soleil paramétrique :

- $Shadow_Length = Mounting_Height - Window_Sill_Height$
> La propriété *Shadow_Length* est égale à la différence entre *Mounting_Height* et *Window_Sill_Height*
- $Support_Length = ROUNDUP ((Shadow_Length / 1cm) * TAN (Rel_Angle)) * 1cm$ > La propriété *Support_Length* est calculée en utilisant une fonction trigonométrique et un arrondi
- $Support_Hanger = Support_Length > 400mm$ > La propriété *Support_hanger* vaut TRUE si la condition « *Support_Length* > 400m » est réalisée, FALSE sinon

L'usage d'objets paramétriques à base de fonctions est une approche puissante qui convient à bien des situations. Elle présente toutefois plusieurs limitations :

- Elle ne permet que d'affecter une valeur à un paramètre. Il n'est pas possible, par exemple, d'exprimer : $Support_Length \geq ROUNDUP ((Shadow_Length / 1cm) * TAN (Rel_Angle)) * 1cm$
- Elle impose un ordre entre les propriétés et donc un ordre dans le processus de conception : la connaissance de *Shadow_Length* et de *Rel_Angle* permet de connaître *Support_Length* ; mais la connaissance de *Support_Length* et de *Rel_Angle* ne permet pas de connaître *Shadow_Length*
- Enfin, elle impose l'usage du format natif du logiciel, qui ne sera que partiellement relu par d'autres logiciels par manque de standardisation des fonctions mathématiques entre logiciels.

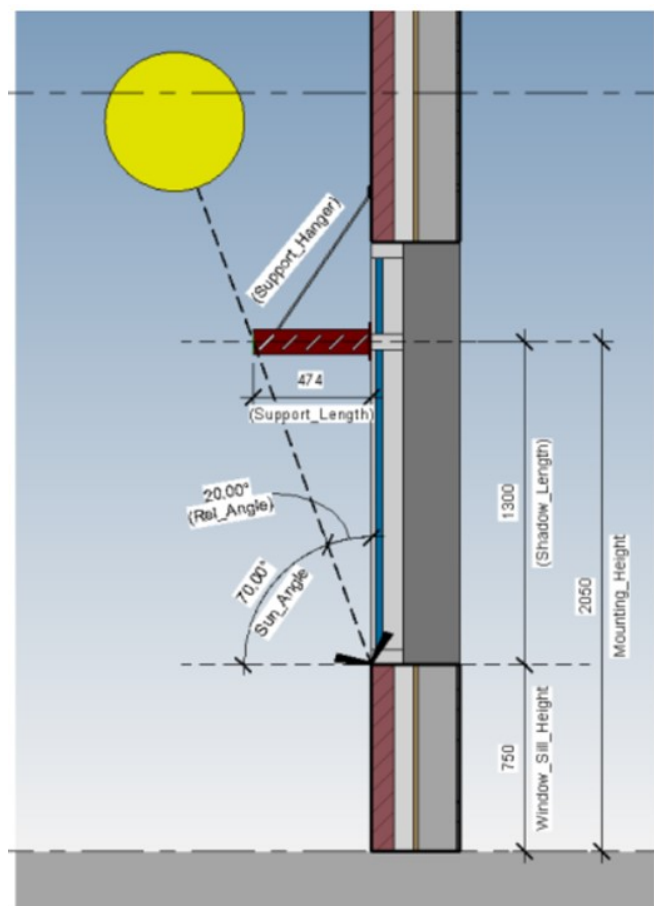


Fig. 19 - Propriétés géométriques (crédit Autodesk)

3. Objets paramétriques à base de contraintes

Qu'est-ce qu'une contrainte ?

Une contrainte est une assertion qui doit être exacte, pour qu'un produit soit valide. Par exemple :

- Couleur = "RAL9010" OU Couleur = "RAL9001"
- Couleur ≠ "RAL9010" => Standard = "FAUX"
- Standard = "VRAI" <=> Couleur = "RAL9010" ET Largeur de vantail= 830mm

On utilise généralement des contraintes pour décrire des produits dans un catalogue. Certains produits disposent d'un tel nombre d'options qu'il ne serait pas raisonnable de lister toutes les variantes possibles dans un catalogue. Par contre, les contraintes constituent un moyen simple de décrire ce type de produits.

Il est possible de décrire une planche avec quelques contraintes simples :

- Longueur $\geq 1m$ ET Longueur $\leq 3m$ (avec un pas de 1cm)
- Largeur $\geq 10cm$ ET Largeur $\leq 30cm$ (avec un pas de 1cm)
- Épaisseur $\geq 1cm$ ET Épaisseur $\leq 4cm$ (avec un pas de 1cm)

Ou on peut lister toutes les combinaisons valides du triplet (Longueur, Largeur, Épaisseur) ce qui représenterait plusieurs milliers de variantes pour ce simple exemple.

Dans un catalogue, les contraintes peuvent représenter ce qu'un fabricant sait fabriquer.

Dans une requête, les contraintes peuvent représenter les exigences de l'utilisateur.

L'usage de contraintes pour définir un objet paramétrique permet de s'affranchir des limitations liées une définition à l'aide de fonctions. En particulier, les contraintes n'imposent pas d'ordre dans le processus de conception.

Exploiter les contraintes

Les contraintes sont utilisées par les logiciels et leur permettent d'en déduire des faits. Elles sont très courantes dans l'Industrie automobile ou aéronautique :

- CATIA ou SOLIDWORKS proposent des outils pour concevoir des pièces à l'aide de contraintes,
- ORACLE ou SAP gèrent les contraintes pour décrire des produits au sein de leurs Product Information Management System (PIM),
- PROLOG ou CLIPS sont des moteurs de règles open source et gratuits pour exploiter des contraintes.

Dans l'Industrie du bâtiment, CONSTRUCTIVITY ou SOLIBRI MODEL CHECKER gèrent des contraintes. Quelques configureurs produits le font aussi.

Contraintes et IFC

Le langage EXPRESS permet d'exprimer des contraintes et le schéma IFC inclut les structures associées :

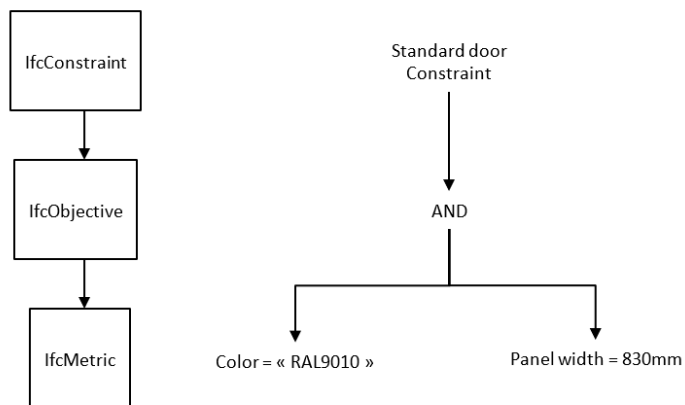


Fig. 20 - Expression des contraintes en IFC

Une contrainte se définit à travers des « objectives » et des « metrics » :

- Les objectifs permettent de lier des metrics à l'aide des opérateurs (AND, OR, XOR, NOT AND, NOT OR).
- Les metrics permettent de définir des assertions qui comparent (>, >=, <, <=, =, ≠, INCLUDES, NOT INCLUDES, INCLUDED IN, NOT INCLUDED IN) une propriété d'un objet avec une autre propriété, avec une constante ou avec une formule.

Les propriétés peuvent être n'importe quelle propriété de n'importe quel objet du schéma IFC. Par exemple :

- Comparer la propriété d'un produit avec une constante :
Longueur ≥ 1m
- Comparer deux propriétés d'un même produit :
Largeur ≤ Longueur
- Comparer la propriété d'un produit avec la propriété d'un autre objet :
 - * Largeur_de_la_porte ≤ Largeur_du_mur
 - * Pièce_humide = VRAI => Plaque_hydrofuge = VRAI
- Comparer la propriété d'un produit avec son dessin :
Largeur_de_la_porte = xdim
xdim étant la largeur effective de la porte dans son dessin 3D

Les constantes peuvent être des valeurs scalaires ou des tableaux.

Ces structures de bases sont très simples et très puissantes. Ainsi :

- Couleur ≠ "RAL9010" => Standard = "FAUX"
- peut s'exprimer en IFC sous la forme :
- (Couleur ≠ "RAL9010" ET Standard = "FAUX") OU Couleur = "RAL9010"

Une équivalence peut aussi s'exprimer avec des ET des OU.

L'usage de contraintes est un moyen puissant de décrire des objets paramétriques, mais leur exploitation en est encore à ses balbutiements dans le secteur de la Construction. Si une organisation professionnelle choisit cette approche, elle s'assurera de la manière dont ces contraintes pourront être exploitées, ce qui l'amènera peut-être à développer le ou les logiciels qui permettront de les utiliser.

Par contre, les contraintes permettent de transposer le mécanisme d'objets paramétriques à base de fonctions dans un fichier IFC, sous réserve de la limitation des opérateurs disponibles.

Limites des objets à base de contraintes dans les IFC

Le format IFC permet de définir une contrainte associant des propriétés et des formules mathématiques. Toutefois, ces formules restent élémentaires : les seuls opérateurs autorisés sont : +, -, *, /.

En conséquence, il n'est pas possible aujourd'hui d'exprimer en IFC la contrainte «Support_Length >= ROUNDUP ((Shadow_Length / 1cm) * TAN(Rel_Angle)) * 1cm » car les fonctions "ROUNDUP" et "TAN" n'existent pas en IFC.

4. Objets avec comportements

Dans les logiciels, les objets peuvent avoir des comportements. Par exemple, une fenêtre peut imposer d'être placée dans un mur pour pouvoir être créée, elle peut également « percer » le mur dans lequel on la place et « reboucher » le mur si on la supprime. De la même façon, une tuile peut « se calepiner » en fonction de la géométrie du pan de toiture sur lequel elle est placée.

Ces comportements des objets numériques facilitent le travail des modelleurs en l'automatisant et améliorent la qualité des modèles, empêchant ainsi des erreurs de modélisation.

En général, ces comportements correspondent à une simulation de la mise en œuvre des produits dans la réalité. Ils portent sur les modalités d'interaction entre l'objet numérique considéré et les autres objets numériques composant le modèle.

Aujourd'hui, il n'est pas possible de décrire des objets avec des comportements avec les IFC. En effet, pour reprendre l'exemple de la fenêtre ci-dessus, il ne faut pas confondre possibilité de décrire la relation entre une fenêtre et l'ouverture correspondante dans le mur avec la possibilité de décrire l'action d'une fenêtre qui perce le mur dans lequel elle est placée.

La description de comportements attachés à un objet numérique est limitée aux objets natifs dans le cadre du logiciel d'origine et devra donc être faite logiciel par logiciel. Il est néanmoins important de prendre en considération cet aspect des objets numériques car ce sont des fonctionnalités importantes pour leurs utilisateurs.

Liaison des objets avec les données

Pour anticiper les opérations de maintenance sur les données associées aux modèles d'objets (mises à jour, compléments...),

il peut être utile de les stocker dans une base de données centralisée. Les données sont alors mises à disposition soit via les modèles d'objets sous la forme de fichiers IFC ou natifs, soit via des plugins interrogeant directement la base de données. La dissociation entre données et 3D permet de régénérer automatiquement les fichiers IFC ou natifs lors de la mise à jour des données.

Diffusion des objets

1. Formats de diffusion

La diffusion des objets génériques peut s'appuyer sur plusieurs grandes options techniques.

Echanger un fichier au format IFC normalisé NF ISO 16739. Ce format est largement utilisé aujourd'hui pour décrire un bâtiment, plus rarement pour décrire une bibliothèque de produits. Les produits que l'on trouve aujourd'hui sur le web au format IFC sont, pour la plupart, des bâtiments fictifs contenant des produits. Le format IFC présente avantages et inconvénients :

- + Format normalisé NF EN ISO 16739, relu par la plupart des logiciels de la construction (CAO, calcul, exploitation...).
- + Un projet en cours au CEN et à la CN PPBIM de l'AFNOR va permettre de définir un sous-ensemble du format IFC dédié aux échanges de données produits.
- + L'IFC permet de décrire des objets statiques, paramétriques fonctionnels, ou paramétriques à base de contraintes.
- L'IFC est souvent relu de façon imparfaite par les logiciels de CAO, avec une géométrie généralement non-modifiable par le logiciel de CAO. Ce point peut être gênant pour certains objets génériques, beaucoup moins pour d'autres.
- Les principaux logiciels du marché de la Construction n'exploitent pas aujourd'hui les objets paramétriques à base de contraintes.

Echanger un fichier dans les formats propriétaires des logiciels de la construction (CAO, calcul, exploitation, ...). Cette approche impose alors de diffuser autant d'objets que de logiciels cibles (un objet pour Revit, un objet pour ArchiCad, un objet pour Dialux...). Elle présente avantages et inconvénients :

- + Chaque objet doit s'adapter aux capacités de chaque logiciel et potentiellement exploiter ses spécificités.
- + La géométrie est parfaitement relue par les logiciels et peut être modifiée s'il y a lieu.
- + La plupart des logiciels de la Construction supportent des objets statiques et paramétriques fonctionnels
- Un objet pour chaque logiciel.
- Les formats propriétaires des principaux logiciels de la Construction ne supportent pas les objets paramétriques à base de contraintes

S'appuyer sur une interface directe avec chaque logiciel métier, à l'aide d'un plugin. Proche dans le principe de la diffusion sous forme de fichiers propriétaires, cette solution permet de sélectionner les données de l'objet générique qui seront importées, en particulier si la géométrie doit être importée. Elle permet d'implémenter un processus d'enri-

chissement de l'objet utilisateur avec les données de l'organisation professionnelle, plutôt qu'un processus de remplacement complet de l'objet. Elle présente avantages et inconvénients :

- + Permet de sélectionner les données à importer.
- + Permet de supporter un processus utilisateur d'enrichissement plutôt que de remplacement.
- + Peut s'appuyer sur un échange en IFC ou sur un format propriétaire choisi par l'organisation professionnelle, permettant ainsi de ne développer qu'un objet pour alimenter tous les logiciels visés.
- Nécessite le développement d'un plugin pour chaque logiciel utilisateur visé.

2. Moyens de diffusion

La diffusion des objets génériques de l'organisation professionnelle peut s'effectuer soit sur le site web de l'organisation professionnelle, soit en s'appuyant sur l'une des plateformes web de diffusion d'objets de la construction. Le choix de l'une ou l'autre des options prendra en compte les critères suivants :

- Puissance de la « marque » de l'organisation professionnelle par rapport à la puissance de la marque de chaque plateforme.
- Adéquation de l'ergonomie et des fonctions proposées par chaque plateforme avec les besoins des utilisateurs des objets de l'organisation professionnelle.
- Cohérence entre les objets de l'organisation professionnelle et les autres objets proposés par la plateforme.
- Ressources de l'organisation professionnelle et éventuellement de ses adhérents.

Réservez-moi

[Tarifs en ligne](#) 1/4 de page

Tests

Avant la diffusion de vos objets, nous vous préconisons de les faire tester lorsqu'ils sont encore à l'état de prototype.

Cette démarche est habituelle dans tout projet de développement.

Tests des prototypes

L'étape des tests utilisateurs peut se concentrer sur une journée. Dans certains cas, le test peut valider à lui seul les premières phases de votre projet. A la fin de cette journée, vous saurez jusqu'où vous devez aller, et vous saurez précisément quelle est la première chose à faire.

Par exemple, après les tests menés par Gimelec-Ignes, il a été décidé de modifier certains des objets avant de les publier et surtout de ré-ouvrir un nouveau projet sur une série d'autres objets avec le développement d'un logiciel permettant d'apporter plus de valeur à cette deuxième vague d'objets.

Nous préconisons pour cette journée d'interroger 5 clients de votre cible, l'un après l'autre et surtout en physique.

Chacun à leur tour, vous proposerez aux testeurs un usage qui suppose de manipuler votre objet. Vous les regardez faire en leur posant quelques questions pour savoir ce qu'ils pensent de cette interaction. Si vous avez une équipe projet (chef de projet, experts produit, modelleur...) l'expérience des quelques projets que nous avons suivi nous a montré qu'il est préférable qu'elle suive ou revoie les tests, par exemple en visioconférence, pour pouvoir se faire un avis et prendre note des réactions des clients.

Les tests sont parfois très critiques et difficiles à accepter pour les personnes ayant participé à la création du prototype. Les clients ne vont pas forcément comprendre le fonctionnement de votre objet. S'ils n'aiment pas vos idées, il faudra savoir remettre en question des points déjà validés.

Nombre de testeurs

Au bout de 5 entretiens, vous aurez repéré les sujets récurrents. Le principe de tester avec un échantillon aussi restreint est important pour rester sur une journée de test. Faire participer un nombre plus important de personnes au test ne déboucherait pas sur de nouvelles découvertes.

Jakob Nielsen est un expert en matière de recherche utilisateur. Il a prouvé en 1990 que 5 utilisateurs suffisent pour que les tests soient représentatifs. En prenant 5 utilisateurs, vous trouverez 85 % des problèmes d'expérience utilisateur par logiciel.

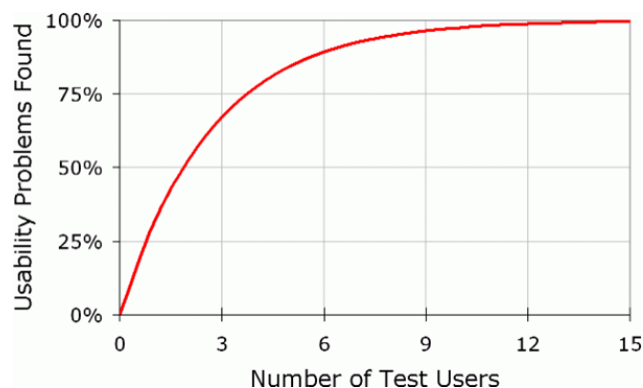


Fig. 21 - Courbe de Jakob Nielsen

Choix des testeurs

L'observation du cinquième client ne fait que confirmer les tendances déjà repérées au cours des quatre premiers entretiens.

Pour les testeurs orientez-vous vers les cibles identifiées dans le chapitre II de ce document.

Effectivement, il faut que les testeurs soient experts ou spécialistes des questions que vous allez soulever. Ces personnes seront ouvertes à vous faire des retours si vous leur apportez de bons arguments :

- Accéder en avant-première à des objets BIM de haute qualité ;

- Contribuer pleinement à la définition d'un standard pour votre secteur d'activité ;
- Être mis en avant sur les réseaux sociaux par l'organisation professionnelle et à travers des interviews ;
- Obtenir tout au long de l'année des invitations exclusives ;
- Rejoindre un réseau d'experts de votre filière.

Pour identifier ces personnes vous ferez attention en particulier à leur métier (thermicien, acousticien, ingénieur structure, économiste, ingénieur fluides, etc.) et aux logiciels métier qu'elles utilisent (ArchiCAD, Revit, Allplan, CypeCAD, ElecCalc, etc.) pour qu'elles soient en mesure de vous apporter un avis pertinent.

Analyse des résultats

Faîtes participer aux tests l'ensemble des parties prenantes du projet soit en tant qu'utilisateur, soit en tant qu'observateur. Ainsi, les conclusions auxquelles vous aboutirez en groupe seront plus fiables. L'implication de toutes les parties prenantes à l'ensemble des tests permet à chacun de prendre conscience de la réalité des usages des autres acteurs.

S'il n'est pas possible de rassembler tout le monde en séance, une solution de remplacement est de filmer les tests et de les partager *a posteriori*.

En 2018, la Fédération française des Tuilmes et des Briques (FFTB) a fait tester 6 prototypes d'objet par la cible principale (BET et architectes).

A cette occasion, à titre d'exemple, il a été demandé :

- D'ajouter des propriétés (par exemple le code GTIN qui recevra le code fabricant) ;
- D'en modifier certaines ;
- De les afficher différemment dans les logiciels de CAO (par exemple, directement dans le matériau brique) ;
- Et aussi d'avoir une version IFC de l'objet.

le BIM en long et large :
profitez de cet espace pub !

PUB 1/2 page 1/3 ou 2x 1/4—[Tarifs en ligne](#)

Retours d'expérience (REX)

La collecte des retours d'expérience et leur exploitation constituent l'une des clés d'une démarche itérative réussie.

Aussi, dès la fin des tests et la diffusion des objets génériques, on s'attachera à collecter ces REX et à les exploiter.

Collecte des retours d'expérience

La première source d'information sur l'usage des objets génériques provient des statistiques de téléchargement sur le site web ou la plateforme de diffusion. Toutefois, le nombre de téléchargements ne constitue qu'une information brute qui permet surtout d'évaluer la qualité de la communication effectuée autour des objets génériques. Cette information n'est représentative ni de leur usage ni de leur qualité.

Dans une démarche où les objets BIM sont diffusés au plus grand nombre, par l'intermédiaire du web, les utilisateurs sont largement anonymes. Ils n'ont pas développé une relation particulière avec l'organisation professionnelle qui édite les objets génériques : ils sont peu susceptibles de formuler spontanément des retours d'expérience. Généralement, ils sont peu réceptifs à une campagne de mailing ou de sondage.

En conséquence, la génération de retours d'expérience devra s'appuyer sur une démarche plus personnalisée.

Les premiers utilisateurs qui pourront fournir un retour d'expérience sont ceux-là mêmes qui auront participé à la phase de conception des objets génériques. Une relation spéciale peut être établie avec ces « utilisateurs concepteurs », dont la continuité logique sera les retours d'expérience. Une sollicitation personnalisée de ces utilisateurs a donc de bonnes chances de succès.

On pourra élargir le cercle de ces utilisateurs-pionniers en s'appuyant sur les chargés de prescription des adhérents de

l'organisation professionnelle. Ces derniers entretiennent des relations individuelles avec chaque prescripteur souvent depuis des années. Ces chargés de prescription pourront donc constituer soit une source de retours d'information, soit un point d'accès privilégié à des utilisateurs pour l'organisation professionnelle.

Pour toucher une plus large cible, on pourra s'appuyer sur des démarches inspirées du marketing digital :

- Production de contenus qualitatifs, auxquels les utilisateurs pourront accorder de la valeur (tutoriels d'utilisation, dire d'experts, exemples d'utilisations concrètes) ;
- Ces contenus pourront être diffusés sur un forum dédié ou sur les réseaux sociaux ; l'animation d'un tel forum est incontournable et pourra s'appuyer sur les membres de l'organisation professionnelle, leurs partenaires et sur les « utilisateurs concepteurs » des objets génériques ;
- Un forum de ce type, riche de contenus de qualité et animé dynamiquement, pourra faire émerger de nouveaux utilisateurs impliqués ; on pourra alors les solliciter, pour approfondir la compréhension de leurs attentes par l'intermédiaire de webinaires par exemple ;
- Un forum est d'autant plus facile à mettre en œuvre et à faire vivre qu'il implique un grand nombre d'utilisateurs ; Il pourrait donc être intéressant de le mutualiser entre plusieurs organisations professionnelles.

Exploitation des retours d'expérience

Les retours d'expérience vont amener à envisager deux types de démarches :

- Améliorer le fonctionnement des objets existants afin de mieux servir leurs objectifs :
 - * résolution de bugs,
 - * amélioration de l'ergonomie des objets (choix de l'objet, téléchargement, utilisation, mise à jour...),
 - * améliorations fonctionnelles (calepinage automatique, nouvelles textures).
- Étendre le périmètre des objets génériques en intégrant :
 - * soit de nouveaux produits (par exemple créer un objet « brique apparente » après avoir créé un objet « brique de structure »),

- * soit de nouveaux échanges BIM (par exemple créer un objet « mur à coffrage intégré » adapté à l'échange « DOE » après avoir créé l'objet « mur à coffrage intégré » adapté à l'échange « Achat »).

L'arbitrage entre ces deux types de demandes s'effectuera en tenant compte du niveau de réalisation des objectifs de l'itération précédente : avant d'étendre le périmètre des objets génériques, on priorisera leur amélioration jusqu'à avoir atteint les objectifs.

Cet arbitrage viendra alors alimenter le contenu de l'itération suivante.

Conclusion

Vous êtes un acteur
du BIM data ?
Cet espace pub est fait
pour vous !

PUB 1/2

[Tarifs en ligne](#)

Ce guide est mis à **disposition gratuitement** des professionnels par bsFrance—Mediaconstruct grâce à l'engagement et le partage d'expérience de ses membres.

Soutenez les travaux de l'association qui accompagne tous les acteurs de la Construction pour pratiquer le BIM en [adhérant](#), en [réservant](#) des espaces publicitaires (tarifs [ici](#)).

Ce guide propose une méthodologie pratique de développement de modèles d'objet BIM en direction des organisations professionnelles et de leurs adhérents pour répondre aux enjeux de digitalisation des Industries de la Construction.

Ce guide s'appuie sur l'expérience des membres de la « Product Room » et du comité de rédaction de buildingSMART France—Mediaconstruct. En ce sens, il peut être vu comme un état de l'art des pratiques. Néanmoins, la mise en œuvre du BIM reste une démarche innovante. La maturité des acteurs reste à développer, plusieurs normes sont en cours de finalisation.

Aussi, ce guide pourra être amené à évoluer, en prenant en compte les retours d'expérience issus de sa mise en œuvre.

Les organisations professionnelles ont aujourd'hui un rôle clé à jouer dans le déploiement du BIM au sein de la filière Construction. Elles peuvent sensibiliser, guider voire accélérer l'appropriation du sujet et mutualiser une partie des dépenses de leurs adhérents. Dans cette perspective, il pourrait être utile de créer un lieu de partage des modèles d'objets. A travers ce lieu de partage, elles pourraient proposer une homogénéisation des pratiques qui faciliterait les échanges entre les acteurs d'un projet BIM. Une telle approche, au niveau organisations professionnelles, est de nature à transformer le BIM.

Alors qu'il reste aujourd'hui largement un outil de communication marketing, cette approche BIM orientée métier permettrait d'en faire un outil de compétitivité pour ceux qui la mettraient en œuvre.

Annexes

Exemple de démarche concrète (Bouygues Construction - FIB)

La Fédération des Industriels du Béton (FIB) a entamé depuis 2017 la constitution d'une base de données de propriétés pour des objets BIM génériques.

La constitution de cette base a suivi les étapes suivantes :

- Définition des familles de produits à partir de la description des gammes de produits de l'Industrie du béton ;
- Structuration des familles de produits par fonctions ;
- Sélection des propriétés pour décrire des produits standards ;
- Attribution de valeurs aux propriétés pour définir les produits standards.

Afin de compléter le modèle d'objet générique du « mur à coffrage intégré » (MCI), la FIB s'est associée avec Bouygues Construction pour décrire un processus de consultation-production-fourniture, rendant compte des besoins d'échanges d'informations autour du produit MCI entre le fournisseur et l'entreprise générale dans le cadre d'une commande d'achat. Cette expérimentation a notamment permis de décrire 128 propriétés pour le modèle d'objet MCI dont 11 provenaient initialement de la base de données pour des objets génériques de la FIB. Cet enrichissement provient de la description des besoins d'échange qui a permis de prendre en compte les exigences d'un cas d'usage minimal. L'ensemble des propriétés a été classé en groupes de propriétés selon les différents jalons d'échanges.

Points de vigilance liés aux bibliothèques de modèles d'objets (fichiers)

Chaque entreprise adopte et crée des méthodes internes pour homogénéiser la description numérique de l'environnement bâti. Ces méthodes internes abordent de manière logique la sémantique des propriétés de leurs objets, mais aussi les cas d'usages type de leur métier et concepts permettant de résoudre les problèmes types rencontrés. L'une des difficultés principales recensées sur les projets BIM est de trouver la bonne information et à jour.

Enregistrement des fichiers

Ne pas créer le contenu avec une version trop récente du logiciel pour garantir que l'objet soit disponible pour le plus grand nombre d'utilisateurs.

Si le contenu nécessite une fonctionnalité disponible dans une version ultérieure : créez le contenu dans cette version. Par exemple, le logiciel X « version n » apporte de nouvelles fonctions facilitant la conception d'escalier alors que la « version n-1 » non : on pourra favoriser la « version n » même si elle couvre moins d'utilisateurs.

Nom des fichiers

Assurez-vous que le nom de fichier de l'objet respecte une convention d'identification des fichiers pour faciliter la recherche des utilisateurs.

Une convention apporte un réel gain de temps dans ce sens l'utilisateur trouvant facilement l'information. Il faudra adopter cette convention lors de l'intégration de l'objet à une bibliothèque d'objets.

Exemple de convention de codification des noms de fichiers :

- Langue en anglais
- Absence d'espace et de caractères spéciaux
- Séparateur des catégories par un « _ » et des mots par des « - ».

Les noms doivent respecter une structure de codification :

<Source>_<Product-Name>_<LOD>

Catégorie	Description
Source	La source indique la provenance de création de l'objet par exemple le nom ou acronyme de l'organisation professionnelle
Product Name	Nom du produit
Niveaux de détails	Les objets peuvent être en LOD 100 / 200 / 300 / 400

Poids des fichiers

Le poids de l'objet a un impact non négligeable sur la maquette numérique. Plus la taille du fichier est grande, plus la performance, le chargement et le temps d'intégration seront lents. Dans l'objet, c'est la 3D qui régit principalement le poids de l'objet.

Plus un objet est détaillé, plus sa taille de fichier sera grande. On rappelle qu'un objet peut être plus ou moins détaillé en fonction des usages demandés. Un objet ne reflètera pas forcément le produit réel.

Découvrez les [avantages](#) de faire partie de la communauté openBIM
Soutenez buildingSMART France- Mediaconstruct en adhérant à l'association

Vous pouvez adhérer [en ligne](#) sur notre site (tarifs indiqués ci-dessous pour information) ou nous renvoyer ce bulletin rempli et signé à contact@mediaconstruct.fr

Sauf demande amont, une facture numérique vous sera envoyée à réception du règlement.

Un mail de bienvenue pour vous connecter à notre extranet vous sera envoyé pour :

- renseigner votre fiche entité pour [faire partie de l'annuaire openBIM](#) public ;
- [Enregistrer des collaborateurs](#) pour qu'ils puissent bénéficier des informations de l'association, voire participer aux groupes de travail ou aux relectures.

Nom de la société/entité	
Adresse	
Code postal	Ville
Activité principale code NAF	Tel.
site internet	

Maitres d'ouvrage, gestionnaires patrimoniaux ou immobiliers, exploitants, mainteneurs (villes, communes, régions = selon votre budget pour la gestion de votre patrimoine)

< 150M	1350 TTC
150M à 300M	2700
300M à 600M	5400
> 600M	10800

MOE-Entreprises-Industriels-Conseils -Centre techniques - Entreprises de formation - Assureurs - Contrôleurs...

< 300ke	300 TTC
300ke et 1 M	600
1 à 10M	1350
10M à 50M	2700
50M à 160M	5400
> 160M	10800

Offreurs de solutions informatiques

< 100K	300 TTC
100ke à 300ke	600
300ke à 1M	1350
1M à 4M	2700
4M à 16M	5400
> 16M	10800

Institutionnels (organisations et associations professionnelles, clusters...)

< 2M	1350 TTC
2 à 8M	2700
8 à 32M	5400
> 32M	10800

Etablissements publics de formation (écoles, CFA, ENSA...)

350 TTC

Commanditaire

Nom :

Prénom :

Mail :

Tel :

Mail « [service financier](#) » si besoin :

Cocher le montant TTC de votre adhésion selon l'activité principale de votre entité et son chiffre d'affaires consolidé.

Règlement

Association loi 1901, soumise à la TVA (SIRET: 381 966 514 00055).

[Par chèque](#) à l'ordre de Mediaconstruct à envoyer au 13 bis avenue de la Motte Picquet - 75007 Paris

[Par virement](#) code banque: 30003 /Code guichet: 03850 /

Numéro de compte: 00037261845 / Clé RIB: 89

IBAN: FR76 30003 03850 00037261845 89

Code BIC: SOGEFRPP

TVA intercommunautaire: FR45381966514

Je déclare sur l'honneur que ces informations sont exactes et j'accepte les conditions générales d'adhésion liées à la [charte adhérents](#) et au renouvellement tacite annuel (annulable par simple mail dans les 45 jours de l'appel à cotisation).

J'accepte également de recevoir des informations diffusées par mail et mailing par bSFrance-Mediaconstruct.

Date :

Signature avec tampon société :