



SCAN'16 Toulouse

Séminaire de Conception Architecturale Numérique

Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet

Sous la direction de Jean-Pierre Goulette et Bernard Ferries

PUN - Editions Universitaires de Lorraine.

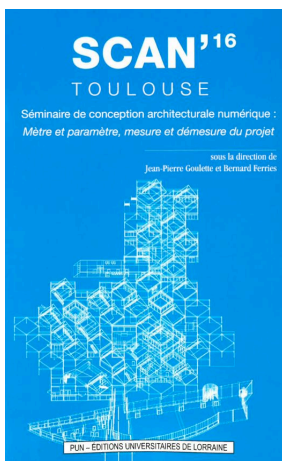
ISBN: 978-2-8143-0289-1

Titre de la publication :

Donner du sens à l'espace architectural

Auteurs :

Aida Siala, Najla Allani, Gilles Halin, Mohamed Bouattour



Cette publication (présentée dans ce document en version auteur acceptée), est parue dans les actes du Séminaire de Conception Architecturale Numérique SCAN'16 – Toulouse - *Mètre et paramètre, mesure et démesure du projet*, 07-09 septembre 2016, Toulouse

Tout usage du contenu de cette publication doit mentionner la référence de l'ouvrage, du titre et de(s) auteur(s).

Donner du sens à l'espace architectural

Vers une intégration de la dimension sensible de l'architecture dans les pratiques BIM

**Aida Siala¹, Najla Allani¹, Gilles Halin² et Mohamed
Bouattour¹**

¹MMRCA ENAU, Tunisie & ²MAP/CRAI, ENSA Nancy, France

siala@crai.archi.fr, najla.allani@gmail.com, halin@crai.archi.fr,
med.bouattour@hotmail.fr

RÉSUMÉ. En concevant, l'architecte donne à l'espace non seulement une forme, mais aussi un sens. Or, la représentation architecturale est souvent marquée par l'hégémonie du visuel et les pratiques BIM actuelles sont fondées sur la sémantique associée à des quantités mesurables d'objets de bâtiments (ouvrage, position, quantité, etc.). La réduction de l'approche sensible de l'architecture à une démarche à prédominance technique ne permet de révéler que certaines informations quantitatives et restrictives qui ne traduisent guère l'expérience personnelle multi-sensorielle de l'Architecte. Dans ce contexte, nous proposons une alternative permettant d'assister la coopération¹ numérique en mettant l'accent sur l'espace architectural par la prise en compte des informations qualitatives et topologiques le décrivant. Cette réflexion a pour but d'examiner la possibilité d'intégrer ces données sensibles dans les pratiques BIM actuelles afin de pouvoir les gérer et les contrôler tout au long du processus de conception. Ceci permettra d'orienter la démarche BIM vers la dimension sensible de l'architecture et plus particulièrement de l'espace.

MOTS-CLÉS : Conception coopérative, technologie numérique, BIM, outils BIM, espace architectural, forme, sens.

ABSTRACT. In designing architect gives space not only form but also sense. However, architectural representation is often marked by hegemony of the visual, and BIM current practices seem to be based on semantics associated with

¹ L'activité collective entre différents concepteurs

building objects measurable quantities (structure, position, quantity, etc.). The reduction of architecture sensitive approach at a predominantly technical approach, proposing only particular viewpoint reveals only some quantitative and restrictive information, which does not reflect architect multi-sensorial personal experience. In this context, we propose an alternative for assisting digital cooperation by focusing on architectural space by taking into account qualitative and topological information describing it. This discussion aims to examine the possibility of integrating this sensitive data in current BIM practices in order to manage and control them throughout the design process. This will guide the BIM approach to sensitive dimension of architecture and especially of space.

KEYWORDS: Cooperative design, digital technology, BIM, BIM tools, architectural space, shape, sense.

1. Introduction

La sensation globale d'un espace ne peut pas être appréhendée par une analyse mesurée de ses propriétés, car c'est l'ensemble des facteurs quantifiables interconnectés qui le composent qui conditionne l'ambiance générale de ce lieu : la lumière, les sons, les odeurs, la chaleur, les mouvements d'air, etc. (Drozd 2011). La topologie² des espaces est également un aspect important pour décrire qualitativement un espace (Ireland 2015). Elle joue un rôle prépondérant dans l'évocation de la sensation dans un lieu (ex. espace ouvert sur l'extérieur, un espace étroit communiquant visuellement avec un autre plus spacieux et ouvert, etc.). Ce caractère ressenti d'une ambiance induit un questionnement sur la représentation de l'espace la supportant ; le concepteur a-t-il besoin d'outils BIM pouvant traduire le ressenti d'un espace et le communiquer ? Comment représenter ce qui ne se voit, mais se ressent ? Comment peut-on orienter la coopération sur les informations à la fois physiques et abstraites nécessaires à la description des connaissances sensibles sur les espaces ? La difficulté, selon Marc Crunelle, est de faire passer par le visuel l'ensemble des perceptions communiquées par nos différents sens (Crunelle 1996). C'est pour cela que l'architecte a souvent utilisé une représentation évocatrice de sensations (ex. croquis d'ombre et de lumière, d'échelle humaine, etc.) pour révéler le caractère sensible qu'il projette dans un lieu.

² La topologie est une branche des mathématiques qui traite des notions de limite, de continuité, et de voisinage.

Étant défini comme une base d'objets paramétriques enrichis structurés en de multiples couches d'informations décrivant les caractéristiques physiques et fonctionnelles d'un bâtiment³, le modèle BIM instaure dans les pratiques coopératives numériques une démarche essentiellement technique qui repose sur l'utilisation de normes et de codifications « mesurées » traduisant l'ensemble des données de bâtiment en fonction de « mètres ». Ceci permet certes de discerner l'information concernant la morphologie de l'architecture tout au long du processus de conception. Cependant, l'approche sensible de l'espace reste encore à dévoiler. Les modèles tridimensionnels fournissent des informations paramétriques pour les espaces, mais ne définissent pas la connexion et la relation entre eux (Brodeschi 2015). L'absence de prise en compte et de suivi de ces données dans les pratiques coopératives courantes s'explique, entre autres, par la difficulté de leur représentation au sein des outils BIM. Pourtant, l'architecte a besoin de représenter les qualités spatiales qu'il prévoit (ex. ambiance lumineuse, acoustique, thermique, etc.) et ce dès les premières ébauches de la conception architecturale pour pouvoir valider ses choix en coopérant avec le reste des concepteurs intervenants (ex : BE électricité, BE acoustique, BE fluide) au fur et à mesure de l'avancement de la conception.

Décrire une qualité spatiale par les modèles BIM devrait permettre d'orienter les pratiques courantes BIM vers la prise en compte et le partage du caractère sensoriel de l'espace conçu. Ainsi, nous proposons dans le présent article une alternative qui vise à assister la coopération numérique, en focalisant sur la notion d'espace architectural. Cette étude est basée sur un travail d'analyse antérieur mené sur de récents modèles ayant traité de la notion d'espace architectural, notamment les modèles d'Ekholm (Ekholm 2000), de Bhatt (Bhatt 2011), de Kim (Kim 2015) ainsi que les spécifications du modèle IFC⁴ autour de l'entité « IfcSpace ». Nous procédons par la définition des différentes informations nécessaires à la description des connaissances sensibles sur les espaces. Ceci permettra aux concepteurs non seulement de gérer l'ensemble de ces données non géométriques sur les espaces durant l'évolution de la coopération numérique, mais aussi de détecter les incidences sur les espaces en changement perpétuel afin de garantir l'ambiance spatiale prévue préalablement par l'architecte ou par l'utilisateur lui-même dans le programme demandé.

³ New Zealand BIM handbook 2014

⁴ <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x4/rc4/html/>

Le présent travail se limite à la modélisation des qualités spatiales qui possèdent des propriétés identifiables et mesurables, telles que la température, l'éclairage, le niveau sonore, l'ouverture, l'ensoleillement, etc. La beauté d'un espace, son style architectural, etc. sont des données purement subjectives qui ne sont pas prises en compte dans ce modèle de données.

2. L'espace comme entité chargée de sens :

Si l'on se réfère à notre expérience immédiate, à notre vécu corporel, on observe que l'architecture engage et assemble un très grand nombre de dimensions sensorielles. L'ombre, la lumière, la transparence, la profondeur, les jeux de matières et de textures, d'ouverture et de fermeture, etc. sont autant d'éléments qui participent de manière simultanée à la découverte et à l'appréciation d'un lieu (Bonnaud 2012). Nous passons dans ce qui suit à l'observation de la notion d'espace architectural telle qu'elle a été traitée dans les modèles de données existants. Ensuite, une définition pour la notion d'espace en tant qu'entité chargée de sens est présentée, une étape indispensable pour pouvoir accéder à la modélisation de l'ensemble de ses données sensibles.

a. L'espace dans le contexte du bâtiment :

L'espace architectural est souvent considéré par la plupart d'entre nous, comme une résultante de la construction. Un vide entouré par des entités physiques, délimité physiquement ou virtuellement, dans lequel nous pouvons éprouver une sensation d'enfermement (Ekholm 2000). Or, la perception de l'espace généralement acceptée au sein de la science d'aujourd'hui est comme une relation entre les choses. Dans la plupart des outils CAO, l'agencement spatial est représenté par une série d'objets (représentation de lignes ou de limites) qui se dressent comme des murs. Les relations entre les espaces ne sont généralement pas explicitement indiquées (Fernando 2015).

Un bâtiment est construit pour fournir un ensemble d'espaces intérieurs et extérieurs bien déterminés. Il est conçu sur la base d'un programme précis désignant les propriétés de ses espaces (forme, emplacement, ambiance, ouverture, ensoleillement, etc.) selon les fonctions qui vont y être logées. La notion d'espace telle qu'elle est appliquée dans les modèles de données observées nécessite une nouvelle formalisa-

tion. La plupart des modèles étudiés ne traitent que les propriétés intrinsèques des espaces (ex. données géométriques, localisation, quantité, etc.) et abstraient celles reliées au vécu humain, comme l'ambiance lumineuse, climatique ou sonore, l'ouverture de l'espace, son ensoleillement, etc. Le modèle IFC permet de supporter, en partie, ce type d'information. Il comporte des données permettant de décrire des exigences sur la qualité d'un espace telles que les exigences thermiques⁵, lumineuses⁶, de sécurité⁷, etc. Les exigences quantitatives sont généralement définies par les concepteurs (ex. intervalle min/max de la température selon la saison, besoin d'éclairage artificiel vrai/faux, etc.). En proposant une méthode pour la mise à jour automatique des exigences spatiales durant l'évolution de la conception, Kim spécifie deux types d'exigences : celles basées sur l'activité et celles basées sur le type d'espace (Kim 2015). Néanmoins, son étude n'inclut pas les exigences liées à la topologie des espaces. Les exigences qui sont généralement demandées par les futurs usagers des bâtiments portant essentiellement sur les informations de limite et de voisinage d'un espace telles que son degré d'ouverture sur l'extérieur, son ensoleillement, son orientation et sa relation avec le reste des espaces l'entourant (proximité, communication, contenant/contenu, etc.). Le modèle d'Ekholm ainsi que celui des IFC présentent une structuration de la topologie des espaces dans un bâtiment, toutefois, aucune réflexion dans les deux modèles ne porte sur les exigences de conception liées à ce type de données. Parmi les modèles étudiés, c'est uniquement le travail Bhatt qui prend en considération dans son travail, implicitement, ce type d'exigences (Bhatt 2011). Il propose une formalisation des exigences fonctionnelles permettant l'assistance automatique de la conception d'une forme architecturale. Le contrôle du passage de la fonction à la forme implique la gestion des données topologiques des espaces.

Toutes ces informations pertinentes doivent être présentes dans un modèle utile à la conception, à la vérification et à la validation des espaces durant l'évolution de la coopération.

b. Bilan :

Nous venons de montrer que les espaces sont pris en compte dans les modèles de données existants, notamment dans le modèle IFC, par un ensemble de propriétés quantitatives et de données topologiques. Les

⁵ Pset_SpaceThermalRequirements

⁶ Pset_SpaceLightingRequirements

⁷ Pset_SpaceFireSafetyRequirements

propriétés quantitatives peuvent être guidées par des exigences de conception. Ces exigences sont liées aux différents domaines d'action de la conception (le BE. fluide détermine les exigences thermiques, le BE. électricité détermine les exigences lumineuses, etc.). Or, les exigences des usagers sont données en fonction de propriétés qualitatives (ex. un salon ouvert et bien ensoleillé, une grande cuisine, etc.). D'où la nécessité de la prise en compte des propriétés qualitatives des espaces dans la démarche BIM. Durant la conception, ces données sensibles doivent être guidées par des exigences qui décrivent non seulement la qualité de l'espace mais aussi sa topologie.

3. Intégration des informations sensibles des espaces :

Notre propos dans la présente section est d'analyser les données permettant de décrire l'aspect sensible des espaces d'un projet de bâtiment. Partant des observations illustrées ci-dessus, nous passerons dans cette section à la définition des concepts de base de notre modèle des espaces.

a. Les propriétés qualitatives et les données topologiques :

En concevant, l'architecte donne à l'espace non seulement une forme, mais aussi un sens. L'espace architectural possède ainsi deux formes de propriétés qui sont classées comme suit (voir figure 1-a) :

- une forme quantitative ou factuelle qui fait référence aux données intrinsèques de l'espace (ex. données géométriques, localisation, quantité, etc.).

- une forme qualitative ou expérientielle qui fait référence aux données extrinsèques de l'espace liées à l'interprétation d'un observateur humain (ex. l'ambiance lumineuse ou thermique d'un espace, son degré d'ouverture ou de fermeture, etc.).

L'espace possède aussi un ensemble de données topologiques qui décrivent ses relations avec son environnement immédiat (ex. relation avec les espaces adjacents, relation avec les ouvrages qui le délimitent, etc.). La topologie des espaces est nécessaire à la description de leurs vécus sensibles, spécialement lorsque ceux-ci sont en communication physique ou encore visuelle laissant libre cours au partage des ambiances lumineuses, thermiques, des vues sur l'extérieur, etc. Kurmann décrit l'espace comme une entité vide ou un volume négatif, une entité immatérielle qui sculpte l'espace quand elle croise une entité solide (Kurmann 1997).

Dans ce travail, la limite spatiale est considérée comme une relation entre espaces et ouvrages qui les délimitent. Elle peut être matérielle ou virtuelle. Dans le modèle IFC, la limite virtuelle fait référence à un diviseur logique qui n'a pas de manifestation physique⁸. Cependant, dans une situation de conception, créer un zonage spatial virtuel implique la présence d'ouvrages physiques (quelques marches, une retombée de poutre, une succession de poteaux, un changement du revêtement au sol, etc.). Ainsi, une limite spatiale est toujours associée à des ouvrages physiques. C'est enfin la nature de ces ouvrages qui détermine le type de relation entre les espaces (contigües, communiquant physiquement ou visuellement, fait partie de, se compose de, etc.).

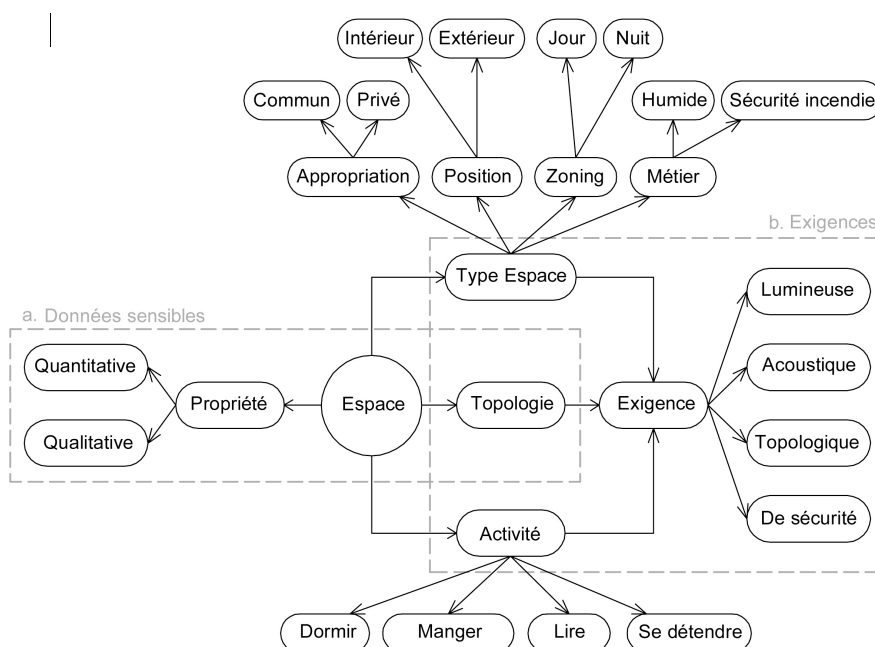


Figure 1. Analyse des données sensibles et des exigences des espaces

Le modèle IFC spécifie uniquement trois types d'espace, à savoir : 'SPACE', 'PARKING' et 'GFA' (surface occupée par étage). Or, définir une typologie des espaces selon plusieurs critères est très utile durant la phase de conception. Ceci permet de focaliser sur une qualité spatiale pour la généraliser sur les mêmes types d'espaces. Kim a mis en relation dans son modèle l'activité de l'utilisateur avec le type d'espace. Son modèle

⁸ IfcPhysicalOrVirtualEnum

reconnait que le type de l'espace dépend de l'activité qui va y être logée. Toutefois, il ne spécifie pas les éventuels types d'espace suggérés. Dans le présent travail, une qualification de différents types d'espaces est proposée selon quatre critères ; l'appropriation de l'espace (privé/commun), sa position (intérieur/extérieur), son zoning (jour/nuit), et enfin selon une orientation métier (voir figure 1). Le premier critère permet de distinguer entre les espaces communs et les espaces privés (ex : un immeuble d'habitation est constitué d'un ensemble d'espaces communs tels que l'entrée principale, la circulation horizontale et verticale, etc.) et un ensemble d'espaces privés qui sont les appartements. À travers le deuxième critère, les espaces sont assemblés en espaces extérieurs (terrasse, balcon, jardin, etc.) aussi bien qu'intérieurs. Bien qu'ils ne possèdent pas une volumétrie aussi expressive, les espaces extérieurs représentent également des espaces de vie qui sont néanmoins indispensables à la détermination de la qualité des espaces limitrophes (ouverture, vue, ambiance thermique ou phonique, etc.). Un troisième critère permet de qualifier les espaces suivant un zoning fonctionnel en espaces de jour (ex. : salon, séjour, cuisine, etc.) et espaces de nuit (ex. : chambre, dressing, suite parentale, etc.). Enfin, le quatrième critère permet de les classer selon le besoin spécifique à chaque acteur de la conception en locaux humides (ex. SDB, cuisines, séchoirs, etc.), locaux de sécurité incendie, locaux techniques, etc. Cette dernière répartition permet à chaque acteur d'isoler les calques dont il a besoin pour généraliser une ambiance donnée (ex. l'architecte a besoin d'isoler les espaces de nuit pour travailler sur l'ambiance lumineuse, le revêtement, les textures, etc., l'ingénieur fluide aura besoin d'isoler les locaux fluides pour vérifier l'étanchéité).

b. Les exigences qualitatives et topologiques :

Brodeschi affirme que l'environnement bâti peut prendre différentes fonctions selon la configuration physique ou les activités qui sont exercées dedans [Brodeschi 2015]. Un espace peut permettre le déroulement d'une ou de plusieurs activités. Chaque activité a besoin d'une ambiance spécifique (ex. : une chambre à coucher doit permettre les activités suivantes : se reposer, jouer, lire, dormir, etc.). Ainsi, pour concevoir cet espace, l'architecte définit d'abord les types d'activités qui vont y être logés. Il passe ensuite à la détermination des ambiances favorisant le déroulement de chaque activité. Le rôle de la typologie des espaces dans cet exemple sera de généraliser la réponse prévue par le concepteur sur toutes les chambres à couchers.

Durant sa conception, un espace est régi par un ensemble d'exigences de programmation selon le type d'espace auquel il appartient, suivant des préférences topologiques ou encore selon l'activité qui va y être logée (voir figure 1). Des exigences qualitatives (lumineuse, acoustiques, etc.) peuvent également être associées à un type d'espace. Ainsi chaque espace doit obéir aux exigences communes relatives au type d'espace auquel il appartient. Les exigences liées à la topologie de l'espace définissent la nature de ses relations avec le reste des espaces du bâtiment (ex. communication ou proximité de deux espaces, ouverture ou extension sur l'extérieure, vue, etc.). Toutes ces exigences peuvent être fixes ou variables. Les exigences fixes désignent les exigences relatives à certains ouvrages particuliers régis par des cahiers de charges et des chartes spécifiques (ex. les hôpitaux, les cours de justice, les musées, etc.). D'autres exigences peuvent être variables d'un projet à un autre ayant la même vocation. Ces exigences dépendent du choix du concepteur ou de la demande du futur usager. Elles sont subjectives et varient selon la culture de ceux-ci, selon les conditions thermiques et géographiques du projet, etc. (ex. exigences des espaces de nuit dans une résidence d'habitation).

Par la définition d'un modèle de données propre aux espaces et intégrable dans le format IFC et intégrant les données mises en avant dans le schéma d'analyse de la figure 1, un protocole de contrôle de la qualité spatiale est envisageable afin de détecter les incompatibilités de la qualité des espaces par rapport aux exigences qualitatives et topologiques préalablement fixées par le concepteur sur la base du programme demandé.

4. Conclusion et perspectives :

L'enjeu de ce travail réside dans la prise en compte des informations qualitatives et topologiques de l'espace architectural dans les pratiques BIM courantes, dès la phase de programmation d'un projet de construction. Cette intégration des données sensibles des espaces doit permettre de dépasser l'aspect visuel et mesuré des bâtiments et d'aborder l'architecture, comme un ensemble d'espaces habités et vécus. Les différents concepts présentés dans cette contribution servent de base à un travail ultérieur qui portera sur la mise en place d'un modèle orienté espace associé à une méthode de contrôle permettant d'orienter le travail collectif autour d'une démarche BIM de conception, de vérification et de validation de la qualité spatiale. Il s'agit d'évaluer, tout au long du processus de conception, la satisfaction des propositions formulées par les

différents acteurs du projet en réponse aux exigences spatiales préalablement identifiées par l'Architecte. Ce modèle et cette méthode de contrôle doivent offrir la possibilité d'ajouter et de mettre à jour les différentes exigences énoncées à un stade précoce du processus de conception.

5. Bibliographie :

- Bhatt, M. (2011). Ontological modelling of form and function in architectural design, *Applied ontology*. IOS Press, (pp. 1-32)
- Bonnaud, X. (2012). *L'actualité sensorielle de l'architecture contemporaine, Architecture et perception*. Ed La découverte, 2012, (pp. 1-20).
- Brodeschi, M. (2015). The definition of semantic of spaces in virtual built environments oriented to BIM implementation, In : *16th International Conference CAAD Futures*(pp.331-346). Sao Paulo, Brazil.
- Crunelle, M. (1996). *L'architecture et nos sens*. Bruxelles. ULB, (143p).
- Drozd, C. (2011). Représentations langagières et iconographiques des ambiances architecturales : de l'intention d'ambiance à la perception sensible des usagers. *Thèse de doctorat*, Ecole Centrale de Nantes, (290p).
- Ekhholm, A., Fridqvist S. (2000). A concept of space for building classification, product modelling, and design, In : *Automation in Construction 9*. (pp. 315-328)
- Fernando, R. (2015). Recapitulation in generating spatial layouts, In: *20th International Conference CAADRIA*, (pp. 199-207). Hong Kong.
- Ireland, T. (2015). An artificial life approach to configuring architectural space, In: *33rd eCAADe Conference*, (pp. 581-590). Vienna, Austria.
- Kim, A.W. (2015). Automated updating of space design requirements connecting user activities and space types, In : *Automation in construction 50* (pp. 102-110).
- Kurmann D., Elte N., Engeli M., (1997). Real-time modeling with architectural space. In : *CAAD Futures*, (809-819). Zurich, Suisse.