

## Modélisation paramétrique partagée,

Le cas de l'utilisation de Digital Project lors de la conception du Pavillon de la Fondation Louis Vuitton pour la Création (Gehry Partners) sous l'angle des opérations de découpage

*Auteurs* : Aurélie de Boissieu, Caroline Lecourtois, François Guéna

*Résumé* : Le modèleur paramétrique Digital Project est revendiqué par Gehry Technologies comme un puissant support de collaboration. Digital Project est un logiciel métier pour l'architecture, développé à partir du modèleur paramétrique CATIA de Dassault Systèmes. Dans l'aéronautique, entre autres secteurs d'activités, CATIA est utilisé pour la collaboration entre ingénieurs. Mais on peut s'interroger sur le rôle de Digital Project dans la conception en architecture : est-il un support de collaboration ? Et plus spécifiquement, l'objet de cette collaboration est-il la conception architecturale ? Ces questions sont abordées ici pour le cas du Pavillon de la Fondation Louis Vuitton pour la Création de Gehry Partners. Nous y questionnons les opérations de modélisation, par lesquelles un concepteur constitue un modèle paramétrique, liées au « découpage ».

*Mots clefs* : Modélisation paramétrique, sciences de la conception, opérations cognitives de conception, opérations de modélisation, découpage, conception en ingénierie

### Introduction

Cet article rend compte d'une étude qui questionne le partage de la conception architecturale en situation d'usage d'un modèleur paramétrique : Digital Project. Cette recherche est développée à l'ARIAM-LAREA<sup>1</sup> dans le cadre d'un doctorat dont le but est d'interroger l'appropriation de la modélisation paramétrique en conception architecturale.

Digital Project est un logiciel métier pour l'architecture développé à partir de CATIA. Dans l'aéronautique, entre autres secteurs d'activités, CATIA est utilisé pour la collaboration entre ingénieurs. Mais on peut s'interroger sur le rôle de Digital Project dans la conception en architecture : est-il un support de collaboration ? Et plus spécifiquement, l'objet de cette collaboration est-il la conception architecturale ?

Ces questions sont abordées ici à travers l'étude de la conception du pavillon de la Fondation Louis Vuitton pour la Création. À son propos, et à propos de la modélisation paramétrique, Andrew Witt (Gehry Technologies Europ) écrit : « *l'arborescence permet d'organiser et de hiérarchiser le modèle : le projet lui-même est soumis à une certaine charte d'organisation, celle-ci peut naturellement s'appliquer à la structure du projet afin de modulariser le travail associé* » (Witt, 2009). Selon cet auteur, la structure du modèleur paramétrique guiderait à la fois le projet et l'organisation du travail en commun. Nous nous interrogeons dans cet article sur ce qu'induit l'utilisation de Digital Project dans le cas de la conception du Pavillon Louis Vuitton : Que vise à assister la constitution des modèles paramétriques en termes de collaboration et de conception architecturale ?

Pour traiter ces questions, nous abordons la conception architecturale comme une activité cognitive d'attribution de mesures (Boudon, 2004) et nous appuyons sur les connaissances

<sup>1</sup> Laboratoire de recherche de l'ENSA Paris la Villette. [www.ariam-larea.archi.fr](http://www.ariam-larea.archi.fr)

construites par le LAREA (Boudon, 1994). Ces connaissances nous permettent d'aborder la conception des architectes et des ingénieurs. Suivant Philippe Deshayes<sup>2</sup> (Deshayes 2001, 2006), la conception en ingénierie aurait également affaire avec la mesure. Dans ce cadre, l'objet de notre recherche est de spécifier les opérations de conception que les modèles paramétriques assistent ou accompagnent et de questionner le partage de la conception entre les intervenants du Pavillon Louis Vuitton.

## 1. Présentation de l'objet d'étude

### 1.1 Le pavillon Louis Vuitton pour la Création : une situation de modélisation paramétrique partagée ?

Gehry Partners est l'une des premières agences à avoir utilisé CATIA pour l'architecture (Kolarevic, 2003). CATIA est l'acronyme de « Computer Aided Three-dimensional Interactive Application »<sup>3</sup>. Il désigne un modèleur développé par Dassault Systèmes pour l'aéronautique<sup>4</sup>. Gehry Technologies est l'agence qui développe une version métier de CATIA pour l'architecte: Digital Project. Digital Project est un modèleur paramétrique qui a la capacité de gérer des modèles complexes et géométriquement très rigoureux. La spécificité d'un modèle paramétrique est de construire un modèle systémique d'un objet qui met en relation des variables dépendantes et des variables indépendantes, de diverses natures (valeurs numériques, entités géométrique, *etc.*) (Barrios, 2007) (Gane, 2007) (Woodbury, 2007). Les variables indépendantes constituent ce que l'on appelle les paramètres du modèle. Un modèle paramétrique permet de produire différentes morphologies, appelées instances, en faisant varier les paramètres.

La modélisation paramétrique a été utilisée lors de la conception du Pavillon de la Fondation Louis Vuitton pour la Création. Les premières esquisses du bâtiment pensé par Gehry Partners datent de 2006. Sa construction a commencé en 2009 au Jardin d'Acclimatation à Paris. Pour sa conception, plus de trois cents professionnels aux compétences différentes et géographiquement très dispersés, sont simultanément intervenus. Ainsi, les architectes étaient à Los Angeles, les ingénieurs façade, structure et fluide à Paris, et, d'autres intervenants étaient en Allemagne, en Italie et en Angleterre. Cette situation pose la question des conditions de partage du travail et de la communication des informations...

Pour favoriser la cohérence du travail, les intervenants français (les Bureaux d'Etudes Techniques (BET) Setec, RFR, TESS, *etc.* et l'architecte local de l'agence Studios Architecture) ont été rassemblés sur un même site. Ils partagent les mêmes locaux et les mêmes ressources informatiques. La mise en place de ce plateau à Paris permet, selon le maître d'ouvrage (le groupe LVMH), de favoriser la communication entre intervenants et de concevoir aussi à Paris. Pour optimiser et rentabiliser le travail des intervenants, le maître d'ouvrage a imposé, à tous, l'usage du logiciel utilisé par Gehry Partners : Digital Project.

Gehry Technologies, société de développement de Digital Project, a alors fondé le bureau *Gehry Technologies Europ*<sup>5</sup> à Paris en 2007, afin de former les intervenants du Pavillon Louis Vuitton à Digital Project. Elle les a également assistés dans la conception du modèle

---

<sup>2</sup> Ancien co-directeur du LAREA.

<sup>3</sup> <http://www.3ds.com/products/catia/>

<sup>4</sup> Son développement a été étendu, entre autres, à la conception mécanique, au design industriel et à l'architecture.

<sup>5</sup> [www.gehrytechnologies.com/](http://www.gehrytechnologies.com/)

paramétrique commun (Witt, 2009). La plupart des ingénieurs sur le site de Paris (de Boissieu, 2010) notent la difficulté éprouvée à changer leurs habitudes de travail et à apprendre un nouveau logiciel. De nombreux efforts ont donc été fournis pour favoriser la collaboration sur ce projet, tant du côté de la maîtrise d’ouvrage que de la maîtrise d’œuvre.

Malgré ces stratégies de collaboration, deux modèles paramétriques distincts ont été développés : l’un par les architectes de Gehry Partners à Los Angeles, et l’autre par les équipes de Paris.

## 1.2 Modèle de Los Angeles / Modèle de Paris

Les bureaux d’études techniques (BET) français et l’architecte local ont donc été rassemblés sur un même lieu et travaillent avec un même support informatique. Ils partagent un modèle paramétrique commun. Les accès au modèle sont régis par des droits d’écriture et par un verrouillage des données en cours de modification. La question du partage de ce modèle paramétrique commun par les équipes rassemblées à Paris est traitée dans la suite de cet article.

Deux modèles décrivent donc le projet: le modèle de Paris et le modèle de Los Angeles, développé par les architectes de Gehry Partners. Le modèle du Pavillon développé par Gehry Partners avant que les équipes françaises ne soient sollicitées n’est pas partagé avec les ingénieurs. Une rupture franche est établie entre les deux modèles : le travail des équipes de Paris ne vise pas à compléter directement le modèle de Gehry Partners mais à créer un nouveau modèle.

Le modèle de Gehry Partners est communiqué aux équipes de Paris sous la forme d’une « géométrie morte »<sup>6</sup>, non paramétrique. Il ne comporte plus la mémoire de sa conception mais a été « sauvé comme un résultat »<sup>7</sup>. Il représente une géométrie qui conserve l’organisation et les nominations attribuées aux différentes données. Si l’utilisation d’un même modeleur permet d’échanger des données compatibles, le cloisonnement établi entre le modèle de Gehry Partners et le modèle de Paris pose question.

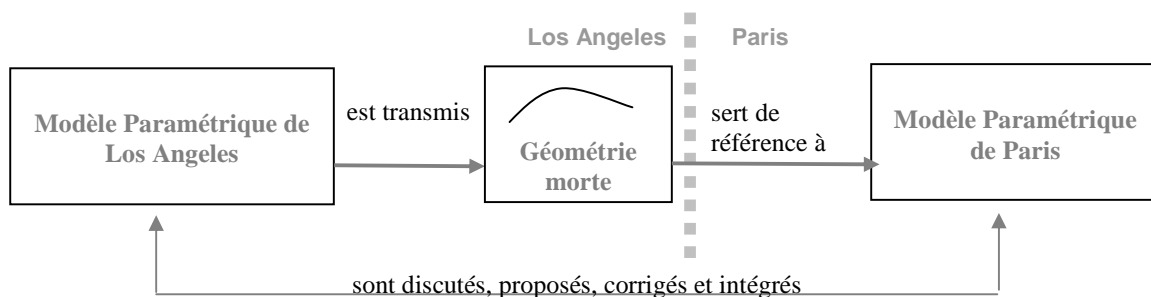


Figure 1 : Partage de l’information grâce à la modélisation paramétrique pour le cas du pavillon Louis Vuitton

Un nouveau travail de conception est fait par les équipes de Paris, il porte sur la conception de la structure, des détails d’exécution, etc. Il s’appuie sur la « géométrie morte » communiquée par Gehry Partners et implique une nouvelle modélisation paramétrique.

<sup>6 7</sup> Ce vocabulaire correspond à une terminologie propre à Digital Project.

Les liens entre le modèle de Los Angeles et celui de Paris (fig.1) sont contrôlés et ponctuels. Le modèle figé transmis par Gehry Partners est utilisé comme géométrie de référence pour le modèle des équipes de Paris. Les mises à jour sont effectuées sous contrôle : un changement même minime de la géométrie de référence peut avoir d'importantes répercussions sur le modèle de Paris. Par ailleurs le modèle de Paris est « nettoyé » en fin de semaine, c'est-à-dire retravaillé, dans le but d'être communiqué aux équipes de Gehry Partners (fig. 1). On suppose que cette communication permet à l'équipe de Los Angeles de préciser son propre modèle.

## 2. Méthodologie de l'étude

### 2.1 Recueil des données

Les informations concernant le modèle de Gehry Partners étant difficilement accessibles, nous n'avons pu étudier ce modèle ici. Le modèle de Los Angeles fera cependant l'objet d'une étude ultérieure. L'étude dont cet article rend compte porte sur l'analyse du seul modèle de Paris. Comme nous l'avons vu dans le texte de conception décrit précédemment, les intervenants sur ce modèle sont à la fois des architectes (Studios Architecture, Gehry Technologies Europ) et des ingénieurs (TESS, RFR, SETEC,...). Cette analyse porte sur le modèle paramétrique lui-même, mis en perspective ponctuellement avec des discours d'intervenants. Les discours dont nous disposons sont des entretiens semi-directifs que nous avons pu mener avec des membres de Gehry Technologies, de Studios Architecture, de RFR, de TESS et de la maîtrise d'ouvrage (de Boissieu, 2010). Nous nous appuyons également sur des discours de Gehry Technologies Europ (Witt, 2009) et du bureau d'étude structure (Baldassini, 2008).

### 2.2 Traitement des données

Les données rassemblées sont traitées à l'aide d'une des méthodologies de l'architecturologie appliquée développée par le LAREA. Ce champ d'application des outils de l'architecturologie fondamentale s'attache, pour partie, à une « *lecture* [des images de représentation du projet] *visant la découverte des opérations de conception architecturales dont elles procèdent* ». (Lecourtois, 2005 p.194). Les représentations des projets ainsi que les discours étudiés sont pris comme des « signes indiciels » d'opération(s) de conception.

Nous construisons l'objet de cette étude à partir de deux notions : celles *d'opération de conception* et celle *d'opération de modélisation*. Les « opérations de conception » sont les opérations cognitives par lesquelles un concepteur donne de la mesure à un objet architectural (Boudon, 2004). Les « opérations de modélisation » sont ici les opérations cognitives par lesquels un concepteur constitue un modèle informatique. C'est par exemple le choix d'un paramètre, la détermination d'une méthode de construction géométrique pour générer un objet ou encore l'établissement d'un lien entre deux variables. La recherche dont rend compte cet article vise à identifier les opérations de modélisation paramétriques du modèle de Paris. Nous nous attacherons spécifiquement aux opérations liées au « découpage ».

L'architecturologie appliquée nous permet de questionner les opérations de la modélisation liées au découpage. Nous visons à identifier les assistances des opérations de modélisation, en termes de conception architecturale ou de partage.

## 2.3 Modélisation et découpage

Notre hypothèse est que « découper » est une des opérations de conception des modèles paramétriques. Découper la géométrie souhaitée en fonction des variables dépendantes et indépendantes est une des caractéristiques principales de l'élaboration d'un modèle paramétrique.

L'importance du découpage s'observe dans la structure même de Digital Project. Celui-ci s'organise en une multiplicité de fichiers, appelés des « parts », qui comprennent des données. Ces données peuvent être organisées selon des structures différentes, nommées « products ». C'est cette organisation qui permet au modelleur de gérer des modèles très complexes sans utiliser trop de ressources. Toutes les données ne sont pas forcément sollicitées en même temps pour charger le modèle. Les *parts* et les *products* forment l'arbre des spécifications (fig. 2) qui représente le modèle paramétrique lui-même. La représentation géométrique n'en est qu'une instance. Les mêmes « parts » peuvent être organisées selon différents « products ».

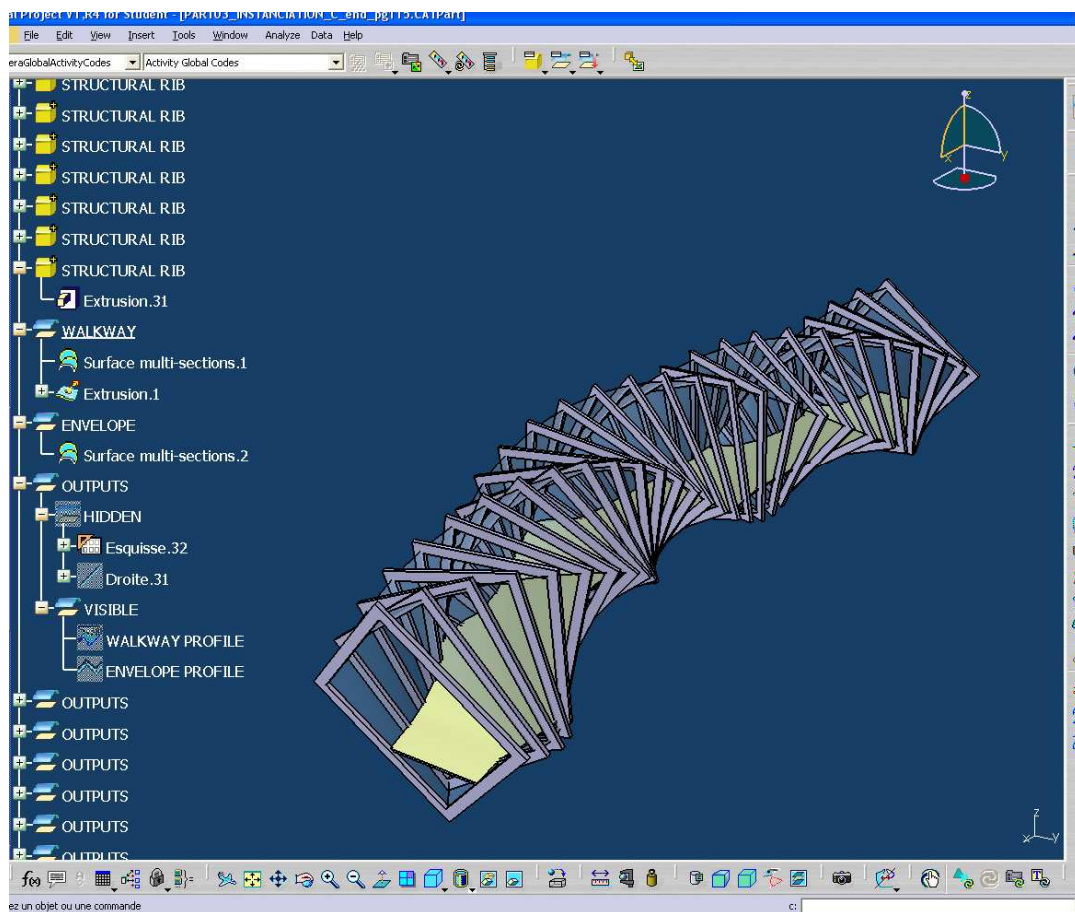


Figure 2: Interface de Digital Project: à gauche l'arbre des spécifications représentant le modèle paramétrique, à droite la géométrie représentant une instance du modèle

De multiples découpages sont possibles. Ces découpages sont importants puisqu'ils déterminent les paramètres constituant le modèle et par lesquelles celui-ci pourra évoluer. Par exemple si je dois dessiner une trame de poteaux, plusieurs possibilités s'offrent à moi. Toutes n'amènent pas aux mêmes modèles. En fonction de mon point de vue sur le projet et de ce que je pense être la possible évolution des poteaux, je peux les modéliser comme des primitives

cylindres, des balayages de profil, ou autres. Si je décide que le poteau est susceptible d'évoluer en fonction de son diamètre ou de sa hauteur, je peux le modéliser sous la forme d'une primitive cylindre. Si au cours de l'évolution du projet, la section du poteau risque d'évoluer en fonction du choix du coffrage, du revêtement prévu, ou d'autres considérations, alors mieux vaut le modéliser sous forme de balayage de profil. On voit ici deux découpages possibles pour une même forme cylindrique.

La suite de l'article présente une analyse du modèle de Paris sous l'angle des opérations de modélisation liées au découpage. Elle vise à identifier ce que ces opérations assistent, de l'ordre de la conception architecturale ou, du partage.

### **3. Analyse des opérations de modélisation de découpage du modèle**

L'analyse du découpage du modèle porte, dans un premier temps sur le modèle du bâtiment dans son entier puis, sur deux des zones identifiées par le premier découpage observé.

#### **3.1 Analyse du modèle général sous l'angle des opérations de découpage**

Dans le modèle général on observe deux découpages différents qui correspondent à des temps différents : ce sont le découpage par lots et le découpage par « nœuds ».

- Découpage par lots. Ce découpage correspond à la répartition des ouvrages entre les différentes équipes. Il est lié à l'organisation traditionnelle du chantier. On distingue ainsi le lot « architecture et finition » qui appartient à l'architecte local de l'agence Studios Architecture, le lot « gros œuvre » de SETEC ou encore, le lot « parois vitrées » de RFR, *etc.* Ce découpage répond à une pertinence liée à l'organisation du travail. Il permet d'identifier les objets géométriques sur lesquels chaque équipe travaille spécifiquement. Ce découpage est associé à des droits d'écriture qui dépendent de la hiérarchie de l'intervenant. Ce découpage de la conception crée un cloisonnement entre les sous-modèles sur lesquels travaillent les différentes équipes.

Si ce découpage semble avant tout fonctionnel, il répond également à des distinctions opérées par Gehry Partners. Dans la « géométrie morte » transmise à Paris, on retrouve un système de nominations qui reflète des intentions de conception. Ces nominations distinguent des éléments contrastés : ainsi « les voiles » désignent une partie vitrée faisant signal, et l'« iceberg » un « bâtiment dans le bâtiment » (Gehry, 2010) pour les espaces d'exposition. Ces partis architecturaux sont lisibles dans le choix des matériaux et du traitement des éléments (vitrage, béton, *etc.*) et, se retrouvent, de fait, dans le découpage des ouvrages... Ainsi le découpage de l'« iceberg » correspond au gros œuvre et celui des « voiles » aux verrières.

- Découpage par « nœuds ». Ce découpage porte sur les zones où la rencontre de lots est particulièrement complexe. Contrairement au découpage précédent qui était composé de « products » et qui correspondait à la structure même du modèle, ce découpage est surajouté: il se fait par script et crée un nouveau « product ». Ces découpages, appelés « section box » par Gehry Technologies (de Boissieu, 2009), sont au nombre de quatre-vingt environ. Ils sont mis en œuvre lors de réunions régulières menées par Gehry Technologies et rassemblent les équipes concernées par les ouvrages en cause. Ces réunions visent à vérifier la cohérence du modèle et à coordonner les zones sensibles. Cela permet par exemple de contrôler et de partager les informations entre le travail de Setec et celui de RFR, sur les points d'appuis de la structure des verrières sur les ouvrages en béton. Ces reprises de charges sont gérées par des éléments architecturaux spécifiques: les « tripodes ». La modification d'un tripode par l'équipe chargée des verrières

(RFR) doit immédiatement être transmise à l'équipe qui dessine et calcule le gros œuvre (Setec). Tandis que le précédent découpage cloisonnait les objets de chaque équipe, ce second découpage permet un contrôle de la cohérence du travail entre les équipes et un partage des informations.

Ces deux découpages du modèle sont donc liés à l'organisation du travail et à la répartition des tâches entre les différents intervenants. A ce niveau général d'observation, le modèle semble avoir été construit pour optimiser la communication et le partage du travail post-conception.

Du « découpage par lots », nous avons choisi les lots « parois vitrées » et « architecture et finitions » pour approfondir nos analyses.

### 3.2 Analyse du sous-modèle du lot « parois vitrées » (RFR) sous l'angle des opérations de découpage

Le modèle « parois vitrées », imparti à RFR, concerne les parois du bar, des lobbies, des circulations verticales, du forum et des tours. Ce modèle est constitué d'un sous-modèle par paroi. Pour chacun de ces éléments on observe une même organisation. Ces sous-modèles se constituent respectivement de six *parts*, distinguant les différents éléments de structure (fig.3).

<i>Part</i>	<i>Eléments représentés</i>
_ Verre	<i>Surface du verre</i>
_ Structure Tertiaire	<i>Structure du verre</i>
_ Structure Secondaire	<i>Support de la structure tertiaire</i>
_ Tripode	<i>Structure reliant la structure secondaire à la structure primaire (le gros œuvre)</i>
_ Surface de référence	<i>« Part » à partir de laquelle se construisent les géométries. Elle est établie en référence directe avec le modèle des architectes à partir d'une copie de l'élément.</i>
_ Publications	<i>Informations sur les points partagés avec d'autres « Products »</i>

Figure 3: Arbre des spécifications des modèles des parois vitrées

Le découpage par structure primaire, secondaire et tertiaire correspond à une organisation courante du travail des BET structures<sup>8</sup>. Cette organisation permet de hiérarchiser le rôle et les performances des différents éléments de structure. A ces éléments de structure s'ajoutent la géométrie produite par Gehry Partners : elle sert de surface de référence pour la construction de la géométrie du nouveau modèle. De même, est ajouté un ensemble de données partagées avec les autres sous-modèles (des altimétries, des points de références partagés, *etc.*). Ces données prennent la forme de « publications ». Le terme « publication » est propre au vocabulaire de CATIA. Les « publications » sont des données validées par le concepteur comme « partageables » par d'autres intervenants, c'est-à-dire suffisamment stables et valides pour être le support de travail d'autres concepteurs.

On observe ici que les opérations de modélisation de découpage du modèle « parois vitrées » assistent à la fois des opérations de conception architecturale et la collaboration entre les acteurs. Les opérations de la conception architecturale assistée par Digital Project sont celles portant sur la structure. Le découpage du modèle en fonction de son rôle mécanique en structures tertiaires et secondaires répond à une opération de conception relevant d'une pertinence

<sup>8</sup> Le sous-modèle du lot « verrières » est découpé de la même façon.

technique. La collaboration entre les acteurs est accompagnée à travers l’usage des « surfaces de références » et des « publications ». La « publication » de données permet d’identifier les éléments communs entre les sous-modèles, par exemple pour clarifier le point pertinent à partager entre le « gros œuvre » et le lot « parois vitrées » pour ancrer un tripode. La « publication » et l’utilisation de « surface de référence » clarifient le choix des données partagées et permettent ensuite de mettre à jour la cohérence des sous-modèles entre eux. Ici le « paramétrie » joue un rôle important dans la collaboration entre les intervenants.

### 3.3 Analyse du sous-modèle du lot « architecture et finitions » (Studios Architecture) sous l’angle des opérations de découpage

Les finitions et l’aménagement des espaces intérieurs et extérieurs sont impartis au lot de l’architecte local de l’agence Studios Architecture. Ce sous-modèle est assez complexe car il concerne des espaces fragmentés et sans identités de niveaux ou de fonctions. Le modèle s’organise en découpages successifs (fig. 4) et permet un découpage systématique qui régit toutes les zones du sous-modèle.

<p>1 <i>découpage du modèle par sous-modèles :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Ouest</li> <li>_ Centre</li> <li>_ Est</li> <li>_ Sous-sol</li> </ul>
<p>2 <i>découpage des sous-modèles par ouvrages :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ Niveaux</li> <li>_ Circulations</li> <li>_ Façades</li> </ul>
<p>3 <i>découpages des ouvrages pour la construction géométrique :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>_ « Géométric set » (objets géométriques)</li> <li>_ Paramètres (épaisseurs, etc.)</li> <li>_ « Publications » (données communes)</li> </ul>

Figure 4 : Découpage du modèle « architecture et finitions »

Un premier découpage reprend une distinction donnée dès le début du projet par Gehry Partners. Il identifie quatre zones : « ouest », « est », « centre » et « sous-sol ». Ce découpage a une pertinence principalement géographique (comme l’indiquent les noms « est », « ouest » *etc.*), mais il est aussi fonctionnel et technique. En effet, il correspond à un groupement des ouvrages par zones indépendantes qui lui donnent une pertinence fonctionnelle. La zone « centre » est séparée de la zone « est » par un joint de dilatation (pertinence technique).

Chacune des zones « ouest », « est », « centre » et « sous-sol » est ensuite découpée par ouvrages en distinguant les niveaux, les noyaux de circulation et les façades. Distinguer les niveaux n’aurait pas eu de sens pour découper la globalité du modèle à cause de la non-coïncidence des altimétries. Distinguer les façades est nécessaire car celles-ci sont régulièrement modifiées par les différents bureaux d’études qui les gèrent. Dans ce dernier découpage les ouvrages (les noyaux, les façades, *etc.*) sont identifiés en fonction de l’organisation du travail de l’entreprise générale. Ce découpage vise explicitement à favoriser la cohérence de la communication entre l’agence Studios Architecture et l’entreprise générale. Le découpage du sous-modèle « architecture et finitions » vise donc à assister l’organisation du travail plus que la conception du bâtiment lui-même.



Un dernier découpage distingue ensuite trois éléments dans chacun des ouvrages : - un « geometric set » qui regroupe les informations géométriques sur les parois, les sols, les plafonds, les portes, *etc.*, - des « paramètres » qui définissent par exemple l'épaisseur standard des faux plafonds, les décalages des sols en bois ou en résine, *etc.* et – des données communes, sous la forme de « publications », telles que les altimétries, les points partagés par plusieurs ouvrages, *etc.* La construction géométrique est donc paramétrée à travers un certain nombre de variables et de références extérieures.

Les premiers découpages du modèle du lot « architecture et finitions » (par sous-modèles, puis par ouvrages) correspondent à des opérations de modélisation liées à l'organisation du travail et, visent à accompagner la collaboration entre intervenants, en particulier entre l'architecte et l'entreprise générale. Le dernier découpage (en « geometric set », « paramètres » et « publications ») assiste, quant à lui, des opérations de conception de l'architecture elle-même, portant, entre autres, sur l'organisation de l'espace, la caractérisation des parois ou l'accessibilité handicapée.

## CONCLUSION

Dans le cas du Pavillon de la Fondation Louis Vuitton, les équipes rassemblées sur le site de Paris partagent un même modèle paramétrique. Le découpage de ce modèle est tel que chaque équipe travaille sur des objets géométriques spécifiques et cloisonnés. Notre analyse permet de montrer que la modélisation paramétrique est un support de collaboration, mais ne permet pas d'affirmer que l'objet de cette collaboration est la conception.

Digital Project a assisté les équipes de Paris pour penser les liens entre les travaux des différents intervenants. Il permet une automatisation<sup>9</sup> de la cohérence globale du modèle, grâce aux « publications » et aux « surfaces de références ». Les « publications » développées à l'origine dans CATIA<sup>10</sup>, sont des données formalisées par un concepteur pour être mises en commun dans le cadre d'un modèle construit par plusieurs intervenants. Ces données sont ici des paramètres considérés comme suffisamment stables et valables pour être communiqués. Il s'agit de données qui doivent être partagées pour la cohérence du modèle, comme par exemple les altimétries et les points communs à différents ouvrages. Les « surfaces de références » sont les « géométries mortes » venant du modèle de Gehry Partners. La modification du modèle de Los Angeles par Gehry Partners entraîne une mise à jour globale du modèle de Paris, même si cette mise à jour est ponctuelle<sup>11</sup>.

La notion de « découpage » nous permet d'aborder la complexité de la modélisation paramétrique et éclaire certaines opérations de modélisation, en particulier sur le choix des variables dépendantes et indépendantes qui détermineront le modèle. Cependant on peut supposer que d'autres opérations de modélisation existent et sont à questionner.

Cette analyse a permis d'observer le rôle de la modélisation paramétrique au sein de la collaboration entre les intervenants de l'équipe de Paris. Il reste à questionner l'utilisation de

---

<sup>9</sup> Même si cette automatisation reste contrôlée par une équipe spécifiquement dédiée à la coordination du travail des intervenants.

<sup>10</sup> MINEUR Yves, 2010. Entretien avec Aurélie de Boissieu, 28-10-2010. Non publié.

<sup>11</sup> En effet le lien entre modèle de Paris et modèle de Los Angeles n'est pas immédiat, le modèle de Paris est construit à partir de copies des « géométries mortes » de Gehry Partners, mais la globalité du modèle étant déduit de cette géométrie de référence, la cohérence en est immédiatement liée.

Digital Project par les équipes de Gehry Partners à Los Angeles. Cela fera l'objet d'une recherche ultérieure. Si le modèle de Paris et le modèle de Los Angeles partagent une même morphologie, ils peuvent ne pas avoir le même découpage.

### Références :

- (Aish, 2002) AISH Robert, ROTHEROE Kevin, 2002. « Architecture's parametric tool » in *Architecture Week* 10 juillet 2002. Londres.
- (Barrios, 2007) HERNANDEZ BARRIOS Carlos R., 2007. « Cognitive models for parametric design » in *Sigradi 2007*. pp.239-242. Mexico
- (Baldassini 2008) BALDASSINI Niccolo, 2008. « Glazing Technology: the Hidden Side of Free-Form Design » in *Advances in Architectural Geometry*, pp.41-47. Vienna.
- (Boudon, 2004) BOUDON Philippe, 2004. *Conception*. Collection Passage, éditions de la Villette. Paris
- (Boudon, 1994) BOUDON Philippe, DESHAYES Philippe, POUSIN Frédéric, SCHATZ Françoise, 1994. *La conception architecturale, cours d'architecturologie*. Éditions de la Villette, 2000. Paris.
- (de Boissieu, 2010) DE BOISSIEU Aurélie, 2009. Entretiens avec des membres de RFR, TESS, Gehry Technologies Europ et Studios Architecture, travaillant sur la conception du Pavillon Louis Vuitton pour la Création. Novembre 2009. (non publié)
- (Deshayes, 2006) DESHAYES Phillippe, 2006. « Les chemins de l'intelligence à l'œuvre du travail de conception » in *Intelligence et innovation en conception de produits et services*. Edition l'Harmattan, Paris.
- (Deshayes, 2001) Philippe Deshayes, 2001. « Figure de l'architecte, figure de l'ingénieur » in *Rapport d'activité du Larea*. Paris
- (Gehry, 2010) GEHRY Frank O., 2010. « Entretien avec Marion Vignal » in *L'express* n°3059, 17-02-2010. Paris
- (Lecourtois, 2005) LECOURTOIS Caroline, 2005. « Architecturologie appliquée à une sémiotique de l'esquisse architecturale » in *Scan'05*, pp.191-206. Paris
- (Kolarevic, 2003) KOLAREVIC Branko, 2003. *Architecture in the digital age, design and manufacturing*. Edition Taylor and Francis. New York
- (Shelden, 2002) SCHELDEN Dennis R., 2002. *Digital surface representation and the constructibility of Gehry's Architecture*. Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the field of architecture: design and computation, MIT. Cambridge.
- (Witt 2009) WITT Andrew, NOLTE Tobias, SHELDEN Dennis, 2009. « Le design concomitant à grande échelle: le cas de la fondation Louis Vuitton ». communication non publiée.
- [www.gehrytechnologies.com/](http://www.gehrytechnologies.com/)