

La modélisation de projets architecturaux comme support d'analyse d'oeuvres architecturales.

Isabelle Fasse

Ecole d'Architecture de Marseille Luminy

EAML

A l'heure où l'ordinateur n'est pas seulement utilisé comme instrument de dessin mais de plus en plus mis à contribution comme outil d'aide à la conception, l'approche de l'informatique en Ecole d'Architecture demande une pédagogie adaptée aux disciplines enseignées qui va au delà de l'apprentissage de l'utilisation du matériel et des logiciels.

Le travail demandé en 4^{ème} année aux étudiants de l'école d'architecture de Marseille Luminy repose sur l'analyse d'un projet architectural pris dans l'œuvre d'un architecte de leur choix. Cette analyse doit amener les étudiants à proposer une méthode de travail basée sur les outils informatiques mis à leur disposition qui les aide par la saisie et la représentation informatique du projet, à formuler et évaluer les hypothèses de conception qui ont menées à la réalisation du projet étudié. Cette approche basée sur l'analyse du projet ouvre la perspective de l'utilisation de l'outil informatique dans les étapes de l'analyse, de la conception et de la communication d'un projet.

Introduction

En quatrième année à l'école d'architecture de Marseille Luminy, l'enseignement de l'informatique s'appuie sur un travail d'analyse architecturale. Cette approche a pour objet de favoriser la pénétration des logiciels de CAO comme outils pédagogiques et non seulement comme objet d'études. Les difficultés qui en résultent se situent alors, non seulement dans la maîtrise technique de logiciels de plus en plus puissants, de plus en plus conviviaux, mais également dans la maîtrise du projet confronté à ces outils. Cette démarche suppose que tous les intervenants, architectes et informaticiens participent à cette approche et que l'étudiant puisse trouver auprès d'eux toute l'information dont il a besoin.

L'analyse de l'œuvre de l'architecte permet l'examen et l'interprétation possible de faits de conception. Cet apport d'information, principalement de forme verbale, a pour objectif d'élargir la connaissance d'un projet architectural au delà d'une simple réflexion liée à un travail de modélisation. L'analyse d'un projet ne saurait se limiter à des formes, des objets architecturaux, ou des images. L'architecte utilise pendant son travail des objets, des entités qui ne peuvent être décrits totalement par le dessin et la géométrie.

Le travail de modélisation et de représentation d'un édifice architectural déjà défini, pouvant être saisi, permet au travers de l'étude de la composition architecturale et géométrique du projet d'indiquer un des aspects possibles de la conception. Il vient alors renforcer le discours qui provient de l'analyse.

L'usage de l'informatique (modeleurs, logiciels, systèmes d'exploitation...) est essentiel dans le cadre ce travail. L'utilisateur doit faire preuve ici d'imagination dans l'usage de l'ensemble des outils utilisés pour valoriser son travail d'analyse et exploiter au mieux les informations liées à la modélisation de son projet.

Approche et structure pédagogique

Pour mener à bien cet enseignement, une réflexion commune sur le travail d'analyse est menée au sein de l'équipe pédagogique (architectes et informaticiens).

Le rôle des enseignants d'architecture est d'encadrer l'étudiant dans la recherche et l'étude d'un projet architectural. Il doit être représentatif de l'œuvre d'un architecte et permettre une analyse suffisamment étoffée qui rende compte de possibles interprétations de faits de conception.

Les enseignants responsables des logiciels de CAO, s'assurent de la pertinence du travail de modélisation du projet et de sa faisabilité sur un semestre. Cette modélisation sera en effet d'autant plus pertinente qu'elle corrobore l'analyse du projet. C'est-à-dire si elle peut rendre compte, par la représentation tridimensionnelle et la structure informatique du modèle, d'éléments d'ordre architecturaux, conceptuels et critiques.

Ce travail d'encadrement s'effectue en grande partie en atelier d'informatique où une dizaine d'ordinateurs en réseau sont mis à la disposition des étudiants avec un accès libre à un bon nombre d'outils et instruments informatiques. Les enseignements spécifiques à ces outils sont effectués parallèlement à ce travail. Toutefois les étudiants sont fortement encouragés à les utiliser pour leur travail d'analyse, que ce soit au niveau de la recherche, de la présentation et communication de leur travail (pages Word, HTML, etc.).

Analyse architecturale

La recherche de documents, concernant l'œuvre et le projet de l'architecte, est une étape importante. Les documents réunis en bibliothèque tels que plans, coupes, élévations, textes et récits, peut être complétée par des relevés, croquis ou photographies. Ce travail est également l'occasion de profiter des possibilités qu'offre Internet (recherche de sites, de pages Web par des mots clefs, courrier électronique, etc.). De nombreux architectes utilisent aujourd'hui ce nouvel instrument de communication pour se faire connaître. Les informations transmises par internet dans le cas de grands groupes d'architectes vont au-delà de simples pages publicitaires et se présentent souvent comme un lieu d'exposition des œuvres produites. L'analyse des dessins et des modèles informatiques qui sont utilisés est profitable dans le cadre pédagogique de cet exercice.

L'analyse architecturale demandée comprend tout d'abord une présentation de l'œuvre de l'architecte dirigée vers une réflexion sur :

- la composition architecturale du projet :
 - la morphologie des formes et topologie,
 - le vocabulaire architectural,
 - les axes et trames employés,
- la structure de l'édifice :
 - la mise en œuvre d'un ou plusieurs systèmes constructifs,
- le parti architectural choisi :
 - l'émergence d'un concept,
 - les modèles architecturaux de référence, etc.

Le résultat de cette analyse est retranscrit dans un document de quelques pages comportant textes et schémas faits par l'étudiant, références et illustrations concernant le projet choisi. Ce travail réalisé lors du premier semestre est évalué par toute l'équipe pédagogique. Un complément de travail est exigé pour tout rendu incomplet ou qui ne répond pas aux objectifs posés. Une analyse bien ciblée et correctement évaluée cautionnera la poursuite du travail.

L'étape de modélisation

L'ensemble des documents nécessaires à une parfaite description des objets architecturaux doit être préalable à toute construction de modèles géométriques. Ces documents comme nous l'avons vu sont présentés lors du travail d'analyse. C'est sur cette base et à partir d'un travail de réflexion sur une méthode de structuration et de

description des objets architecturaux en vue de l'utilisation des outils CAO que peut être finalement engagée l'étape de modélisation.

La question centrale du travail informatique est celle du découpage du projet. Le volume de données qui définissent un projet architectural est trop important pour être stocké dans un même ensemble. Une structuration des données est nécessaire pour permettre au concepteur de ne travailler qu'avec une partie de cet ensemble d'informations, stockées et gérées par le système. Le découpage informatique du projet organise cette structuration. Il a pour but d'optimiser la modélisation et l'exploitation informatique des données du projet, ainsi que l'efficacité des fonctionnalités attendues du système. Les découpages possibles du projet, en fonction des logiciels utilisés sont alors le résultat d'un compromis entre deux problématiques de découpage, l'une informatique et l'autre architecturale.

Un modeleur de CAO exige une organisation rigoureuse des informations multiples que l'on désire mémoriser dans la base de données (que veut-on voir, que veut-on pouvoir associer ou dissocier, sous quelle forme doit être vue telle ou telle entité ou information, etc.). Dans les logiciels traditionnels, ce découpage est autorisé par l'existence de couches d'information ou calques. Parfois, le modèle géométrique d'une scène peut également être découpé en différents modèles sous forme d'appel de fichiers. Ce découpage peut alors être basé sur l'organisation hiérarchique des composants du modèle. Dans la nouvelle approche orientée objet, des décompositions plus subtiles basées sur les éléments architecturaux peuvent être faites, mais les logiciels qui utilisent cette approche arrivent seulement à maturité.

L'investissement à la suite du travail d'analyse demandé aux étudiants repose ainsi sur un dialogue entre l'organisation des couches, des fichiers informatiques, des classes et instances pour l'approche objet, qui contiennent les entités et le découpage architectural du projet à un moment donné. Un modèle correctement découpé pourra être traité sous des axonométries éclatées, des coupes arrachées, des détails en 3D, etc. Mais surtout, des représentations multiples du modèle, plus ou moins détaillées, pourront être effectuées, par exemple, par l'affichage et la suppression de certaines couches. Lors de la conception d'un projet, différentes représentations sont utilisées par le concepteur aux différents stades de la conception. Il est ainsi utile de pouvoir utiliser des modèles simplifiés pour étudier certains aspects fondamentaux du projet à un stade donné.

Certains logiciels offrent également la possibilité de générer des images réalistes du modèle avec effets de textures, ombres propres et portées, transparences, reflets, etc. La réalisation de ces images de synthèse nécessite alors de spécifier les propriétés physiques des entités manipulées. Pour ce faire, dans la plupart des logiciels, la classification des entités est complétée par une gestion des couleurs disponibles pour l'attribution des matières. Toutefois, les modèles nécessaires pour la synthèse d'images ne sont pas forcément les mêmes que ceux pour la modélisation à finalité de CAO. De nombreux détails sont souvent représentés par le placage de textures sur des formes géométriques plus simples. On comprend alors aisément que la modélisation et structuration de la base de données doit être, dans ce cas, également adaptée à cette dernière application.

Dans ce contexte, le choix du(es) logiciel(s) de CAO s'effectue pour les enseignants et les étudiants en fonction des réponses informatiques proposées face au problème du découpage architectural d'un projet et en fonction des applications qui pourront être faites à partir de la base de données créée (visualisations 2D et 3D, dossiers techniques, images de synthèse, animations, calculs de structures, etc.)

Usage de l'informatique

Finalement, c'est une approche plus globale de l'informatique que nous enseignons. L'analyse peut amener à utiliser des outils informatiques très différents, tels qu'un modeleur, un logiciel de navigation sur internet, une palette graphique, un scanner, etc., en fonction des besoins des étudiants et de leur pertinence face à l'analyse. La mise en cohérence de l'utilisation de ces outils pose cependant le problème de l'échanges des données du fait de la nature des données et des différents formats de fichiers utilisés. Il nous paraît ainsi intéressant de pouvoir tester ce problème dans le cadre de cet exercice pédagogique. Et c'est pourquoi, suite à la nouvelle réforme pédagogique, un enseignement sur l'échange de données informatisées est proposé.

Exemples

En 1997, 20 travaux d'analyse ont été présentés, 10 ont été poursuivis sur Autocad, 5 sur Arc+ et 3 sur Archicad. Le suivi de ce travail a été mené en coopération avec Patrick Favier, architecte, pour l'analyse architecturale du projet, Roland Billon et Marc-André Dabat, architectes informaticiens, pour l'enseignement des logiciels de CAO

Autocad et Archicad , Jacques Zoller, informaticien, responsable du certificat et de la coordination du travail informatique, Christophe Rouvier, architecte et moi-même (Arc+).

Un exemple bien traité tant sur le point de vue de l'analyse que sur la création du modèle géométrique est celui du travail effectué par deux étudiantes, Virginie Garnier et Nathalie Garcia, sur la villa dall'Ava de Rem Koolhaas à Paris. C'est ce travail qui va être maintenant être présenté à l'appui des textes et illustrations du document final présenté.

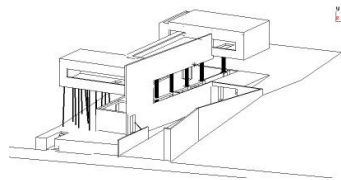


Figure 1. La villa dall'Ava de Rem Koolhaas à Paris.

Adresse : <http://www.tue.nl/lava/projects/art/koolhaas/koolh2.html>

L'analyse architecturale de la villa dall'Ava met en évidence un parti architectural qui s'exprime dans l'ensemble de la conception de l'édifice.

« L'architecture de cette villa prend le contre-pied de tout ce que l'on pourrait attendre ». « Pleine de paradoxes, elle se présente comme une parodie de l'architecture moderne ».

Elle comprend une étude des masses et volumes du projet, des trames de composition et trames constructives, des façades et des éléments de modénature, et plus particulièrement de la structure porteuse de la villa. Les réponses données au programme et aux contraintes liées à la géographie du lieu sont également traitées. Ce travail se termine par une analyse comparative entre la villa dall'Ava de Rem Koolhaas et la villa Savoye de Le Corbusier.

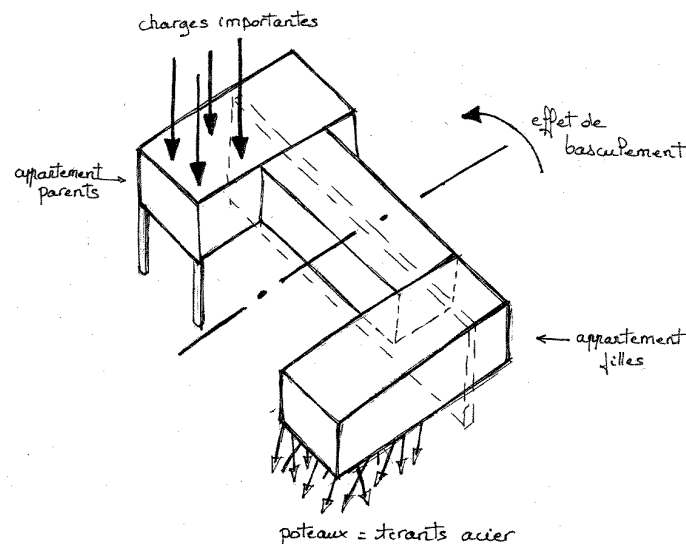


Figure 2. Dessin d'étude de la structure porteuse.

L'attention portée à la structure porteuse de cette villa révèle le parti architectural et constructif choisi et manifeste l'originalité de cet objet architectural. Le découpage architectural et informatique du projet en vue de la modélisation de cet édifice tient compte de cette approche. L'équipe a donc choisi d'assujettir ce découpage à la composante structurelle du projet :

« Cette structure se décompose en trois catégories d'éléments : voiles, colonnes et poutres. Afin de décrire la descente des charges, nous commencerons par dire que le niveau des appartements se présente sous forme de trois boîtes : les boîtes 1 et 2 correspondent à chacun des appartements et la troisième boîte est constituée par la piscine. Ces boîtes sont liées par des éléments communs : les murs transversaux de la piscine ».

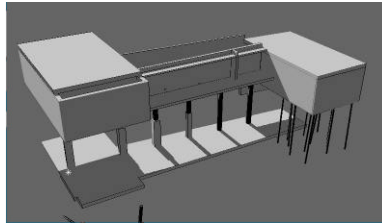


Figure 3. Modélisation géométrique du bras de levier.

Les documents disponibles sur cette villa sont essentiellement issus de revues architecturales. Le manque d'informations par l'insuffisance de représentations techniques ont rapidement posé à cette équipe le problème de la nature constructive et de la dimension exacte des certains éléments architecturaux. Des hypothèses, alternatives de conception ont alors été formulées à partir du travail d'analyse effectué et étudiées sur la base du modèle géométrique créé.

Le structure du modèle 3D a ainsi permis la simulation du système constructif utilisé :

« Cet ensemble ayant la forme d'un immense bras de levier semble, vue de l'entrée, produire un effort de compression sur la forêt de poteaux. Au contraire, celle-ci est composée de fins poteaux en acier tendus par un effort d'arrachement produit par la boîte arrière (boîte 2 : appartement des parents). Ces poteaux ne sont donc pas soumis à un travail de compression, comme nous pourrions croire au premier regard, mais à un effort de traction »

et une présentation critique du parti choisi :

« Le défi lancé par le maître d'ouvrage : il voulait à la fois une piscine sur le toit et une maison de verre a été bien résolu par Rem Koolhaas. Cela en faisant de la piscine une immense poutre reposant sur un système porteur central pouvant être masqué pour laisser en façade cette structure vitrée qui semble à elle seule porter l'étage supérieur ».

La modélisation de cette villa a été effectuée avec le logiciel Arc+. Pour présenter leur travail, les étudiantes ont fourni aux enseignants des disquettes qui comprennent d'une part les fichiers constitutifs de la base de données de leur projet (avec listing de l'organisation et du contenu de ces fichiers) et d'autre part un fichier script (exécution de suites de commandes propres à Arc+) qui permet le déroulement, calcul et affichage de vues réalisées à partir du modèle géométrique à différents stades de modélisation de la villa. Ce script leur a permis, par le choix des enchaînements de commandes (ouverture de fichiers, affichages simultanés ou successifs de calques, zooms, changement d'échelles, etc.), de traduire leur propre interprétation de la conception de ce système constructif.

Conclusion et nouvelles perspectives de travail

Cette approche spécifique de l'enseignement de l'informatique dans le cadre général d'un travail d'analyse a fourni de très bons résultats dans chaque discipline concernée par cet exercice. On remarque que les analyses sont rigoureuses, les modèles géométriques bien structurés, et que l'utilisation et l'approche des outils informatiques se fait plus naturellement.

Mais ce que l'analyse permet surtout, c'est d'expérimenter une méthodologie du projet en CAO qui prend en compte un ensemble de considérations proches de celles du travail de conception architecturale, sans toutefois, se

heurter sans cesse aux limites actuelles de la CAO. En effet, l'ordinateur ne permet pas encore de traiter des objets incomplètement décrits, de gérer toutes les informations et les problèmes sous-tendus par la manipulation de formes géométriques, etc.

C'est dans ce contexte que nous souhaitons poursuivre cette expérience pédagogique. Toutefois devant le nombre de plus en plus important d'étudiants, et afin d'éviter des sujets mal ciblés, nous souhaitons recentrer ce travail autour de l'œuvre de quelques architectes pour lesquels diverses lectures du travail de conception sont possibles.