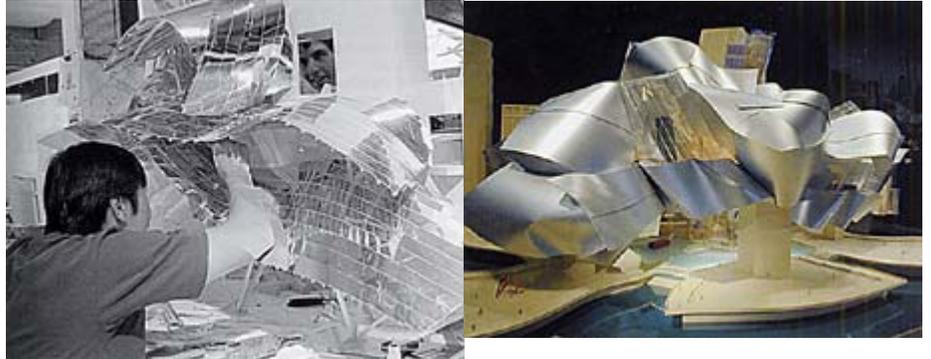


Architecture numérique - Définitions

Pour comparer ce qu'est l'architecture numérique et saisir tout l'étendu de ses applications, on doit tout d'abord la différencier de l'architecture virtuelle. L'architecture virtuelle n'est pas une architecture qui vise à être construite. Il ne s'agit que d'un environnement dont le seul contact avec le monde réel est l'image projetée par l'écran de l'ordinateur. L'architecture numérique est en fait une architecture composée de formes complexes très différentes des volumes primitifs de base qui sont si facilement représentables à la main. Comme ces formes compliquées sont extrêmement difficile à schématiser avec les méthodes traditionnelles, l'arrivée de l'ordinateur a rendu beaucoup plus accessible l'emploi de ces formes dans les projets architecturaux.



L'humain a un très grand pouvoir de création mais à représenter et à calculer qui sont limités. À l'opposé, l'ordinateur n'a aucun pouvoir créatif mais il a une capacité incroyable à calculer et à livrer des rendus graphiques. Mais le piège dans lequel il faut éviter de tomber, c'est celui de croire que, parce qu'un projet a été élaboré sur un ordinateur, il s'agit d'architecture numérique. Cette pensée est fautive car plusieurs projets utilisent l'ordinateur comme simple moyen d'expression plutôt que de faire équipe avec elle.



Ainsi, si un architecte design un bâtiment aux formes extrêmement complexes basées sur des fonctions logarithmiques et que pour ce faire, il ne se sert pas de l'ordinateur à aucun stade du processus d'exécution (design, matérialisation, construction), ce bâtiment sera quand même issue d'une architecture numérique. On peut donc dire que l'architecture numérique est une superarchitecture qui n'hésite pas à utiliser les technologies des mathématiques comme outil de création et les technologies informatiques comme outil de représentation. L'ordinateur tend la main à l'architecture numérique seulement au moment où l'homme, le créateur, a l'humilité de reconnaître ses limites et ses faiblesses. Plusieurs architectes s'intéressent à cette forme de conception. Parmi ceux-ci, on peut retrouver Peter Eisenman, Frank O Gehry et Greg Lynn. L'architecte Greg Lynn programme des simulations dynamiques pour concevoir son architecture. Le projet se déforme sur l'écran, en fonction des informations fournies; l'acte d'architecture consiste alors à décider d'un arrêt sur image opportun.

Applications

L'Architecture numérique ne permet pas seulement d'imprimer un modèle 3d sur une feuilles et de le présenter à son client. Elle permet d'aider l'architecte à prendre des décisions en lui offrant des outils qui ne seraient pas évident, voir impossible à utiliser

sans l'ordinateur. Bien que la conception et la représentation semblent deux aspects différents, ils sont reliés. En effet, la représentation sert d'outil d'analyse et de critique du projet. L'architecte peut donc s'en servir pour vérifier ses interventions. La conception et la représentation forment donc une boucle où l'architecte va d'un aspect à un autre.

Représentation

Il n'y a pas si longtemps, quand on voulait anticiper un phénomène physique ou prévoir l'allure ou la dynamique de quelque chose qui n'était pas concret, on n'avait d'autres choix que de construire la scène en maquette ou de faire à la main une incroyable série de calculs compliqués. Dans les deux cas, la procédure était terriblement longue et souvent pas très réaliste. Après que l'informatique soit apparue, le calcul à grande vitesse et la possibilité de modéliser des environnements sont devenus choses possibles. Cependant, à ce moment, la capacité des ordinateurs rendait ces technologies peu viables et de faibles intérêts. Mais depuis peu, la technologie de l'informatique a atteint un niveau de performance qui fait de l'informatique non pas un outil utile, mais un partenaire indispensable à l'étude et à la compréhension de presque toutes les sciences.

Règle générale, plus on augmente la puissance de l'ordinateur qu'on utilise, plus notre simulation s'approchera de la réalité. Ainsi, les ordinateurs les plus puissants de la terre (le plus puissant étant un Japonais développant une puissance de près de 50 téraflops, soit l'équivalent de plusieurs dizaines de milliers de systèmes domestiques) servent à simuler des phénomènes réels comme les mouvements des plaques tectoniques ou l'explosion d'une bombe nucléaire. Dans les deux cas, on constate que ces simulations sont d'une importance capitale en ayant le pouvoir de prévoir un tremblement de terre ou d'éviter des catastrophes nucléaires comme l'explosion à Hiroshima. Si la cadence de l'augmentation de la puissance du matériel informatique continue d'être exponentielle on peut facilement imaginer que dans quelque dizaine d'années on pourra reproduire des phénomènes encore plus complexes comme le développement de la vie ou l'intelligence artificielle (voir la section sur l'intelligence artificielle).

Inévitablement, si la sphère d'applications que couvre l'informatique est si grande, il est évident qu'elle joue un rôle important dans le monde de l'architecture. Les applications informatiques en architecture se divisent principalement en deux niveaux : le 3D et le 4D.

Les Rendus (3D)

Le 3D est sans aucun doute l'application informatique la plus utilisée en architecture. De nos jours, à peu près tous les projets architecturaux y passent. Cette technologie permet de voir de manière réaliste l'apparence d'un projet avant même qu'il soit construit. L'intérêt découle du fait que si on se rend compte, avec les rendus que notre création n'est pas élégante, il n'est pas trop tard pour faire des retouches. De plus il est extrêmement rapide et facile d'explorer plusieurs possibilités de design (revêtement, volumétrie, aménagement extérieur), chose qui était très fastidieuse à effectuer à la main. Également,

on peut animer notre model (sans échelle de temps) pour permettre à l'observateur de s'immerger dans le projet.

Les images produites tiennent compte des lumières, des réflexions, des textures, des ombrages, de la transparence, de la volumétrie des objets et de plusieurs autres paramètres. Nécessairement, plus il y a de facteurs en considération, plus l'image sera réaliste et plus le temps de calcul sera long (le temps requis pour générer une image va de 1 seconde à plusieurs journées). Cela dépend du nombres de facteurs, parlés précédemment, mis en considération, de la vitesse de la machine et du type de rendu (lancé du rayon, radiosité ou z-buffer).

Pour illustrer le potentiel, qui n'est plus à prouver, de cette technique, voici des exemples de rendu 3D fixe et en animation réalisés par nous-même (David Lavoie et Hugues Voisine) au cours de nos études en architecture à l'Université Laval. Ces techniques permettent à l'architecte de faire une synthèse rapide de ses idées et à l'observateur de comprendre un projet efficacement et promptement. Nous pouvons affirmer hors de tous doutes que ce type de procédé influence positivement le design d'un projet

Le Temps Réel (4D)

Le 4D, de son côté, se définie comme étant une simulation active en temps réel. Contrairement, à l'animation 3D standard, si on observe une animation « parfaite » en 4D, en plus d'avoir une vision qui se déplace dans l'espace, on verra les feuilles des arbres bouger, les voitures avancer, le soleil se déplacer (puisque qu'on peut considérer une lumière dans un modèle comme un objet) et même la neige tomber. Bref, il y a intégration d'un élément de temps. Et puisque notre expérience sensorielle se déplace dans l'espace et le temps, il peut même y avoir des éléments sonore (aussi en 4D). Toutefois, on est forcé de constater que pour ce qui est de la représentation visuelle des lieux, le 4D n'a guère plus d'intérêt que la représentation 3D standard.

Le fait de voir quelques éléments bouger, ne rendra pas un bâtiment, statique, plus élégant. De plus, la plupart des présentations de projets architecturaux se font sur format papier. L  où cette technique devient intéressante au point de vue de la conception architecturale, l'aspect qui nous intéresse, c'est lorsqu'on s'en sert pour simuler la réaction d'un futur bâtiment face à son environnement. Par exemple, si on simule les rafales de neige qui atteignent un bâtiment, on peut se rendre compte qu'il y a une accumulation massive de neige à un endroit et que cela g ne à l'accès du bâtiment. Cette découverte obtenue par simulation changera à coup sûr de façon positive le design du projet. On peut aussi effectuer des simulations au niveau de l'ensoleillement, du comportement de la structure, du mouvement des vents et bien plus.

Toutes ces évolutions technologiques ont pour objectif d'apporter des interprétations possibles différentes. Ces pistes pourront alimenter le processus de design afin de l'amener vers des avenues que l'architecte lui-même n'avait pas nécessairement vu.

Conception

L'utilisation des techniques de computation transforme le rôle de l'architecte dans le processus de conception pas ordinateur. En effet, l'architecte devient le déclencheur du processus, le catalyseur et le concepteur d'une architecture initiée et générée. L'ordinateur ne conserve pas seulement le caractère de représentation : il agit comme outil de conception.

Plusieurs techniques de computation peuvent être utilisés. Parmi ceux-ci, notons :

Algorithme génétique

Selon l'algorithme génétique, de nombreuses solutions, plus ou moins bonnes, au problème donné sont créées au hasard, selon une forme définie à l'avance : itinéraire, emploi du temps, base de règles de décision, plan de production, réseau de neurones, etc. Ces «solutions», étant créées au hasard, ne sont au départ pas très bonnes : il manque des cours dans les emplois du temps ou bien les itinéraires ne passent pas par tous les points à desservir.

La population de solutions est alors soumise à une imitation de l'évolution des espèces : mutations et reproduction par hybridation. En favorisant la survie des plus «aptés» (les solutions les plus correctes), on provoque l'apparition d'hybrides meilleurs que chacun de leurs parents. La population initiale donne ainsi naissance à des générations successives, mutés et hybridés à partir de leurs «parents». Le mécanisme d'encouragement des éléments les plus aptes («pression de l'évolution») a pour résultat que les générations successives sont de plus en plus adaptées à la résolution du problème.

L'algorithme génétique peut être appliqué à la production d'une variété d'objets, tant qu'il est possible d'obtenir une note représentant la justesse de la solution. À tout moment, le processus peut être interrompu.

En résumé, l'algorithme génétique est une simulation informatique de l'évolution de la vie sur terre où les individus sont représentés par des solutions potentielles à un problème.

Un exemple de programme informatique pouvant être utile est le programme « Galvano ». Il s'agit d'un petit logiciel ayant pour objectif d'optimiser le sciage industriel pour réduire le taux de chute et augmenter les taux de remplissage. Le logiciel peut être donc intégré à un système de production. La découpe optimise donc les positions respectives de chaque élément à découper. Il est de plus très rapide : en moins de dix minutes, il peut disposer de manière optimale plusieurs centaines de plaques.

Automate cellulaire

Le concept d'automate cellulaire date de la fin des années 1940. Les automates cellulaires essaient en outre de recréer la vie. En effet, son créateur, Von Neumann souhaitait construire une machine capable de résoudre des problèmes complexes en imitant le fonctionnement du cerveau humain. La finalité des automates cellulaires est de modéliser des systèmes physiques. Les automates cellulaires sont en résumé un outil de simulation. Ils comportent des aspects importants des lois de la physique comme la simultanéité des déplacements, la localité des interactions et la réversibilité temporelle.

La règle d'un automate cellulaire est en quelque sorte une description microscopique de la réalité. Une règle adéquate génère un comportement réaliste au niveau macroscopique. Ainsi, les automates cellulaires permettent de modéliser la dynamique des fluides en reproduisant, dans une certaine limite, les équations de Navier Stokes.

On peut par exemple simuler :

- des écoulements de fluides en milieu poreux;
- des phénomènes de microémulsion;
- des phénomènes d'érosion ou de;
- des phénomènes transport;
- la simulation de propagation de feux de forêt;
- Application à la simulation urbaine.

Les appartements Kuttner à New York peuvent en être un exemple car un environnement de fluides a été développé pour cette habitation par l'architecte Sulan Kolatan. Les surfaces modelées créées alors des « formes domestiques »

Exemple:

Kuttner Apartments New York City

Kolatan / Mac Donald Studio,

1996



Intelligence artificielle

Dans le domaine de l'informatique, l'intelligence artificielle a pour but d'amener l'ordinateur à raisonner comme un être humain.

Plus formellement, on parle d'intelligence artificielle lorsqu'un algorithme non déterministe est utilisé, c'est-à-dire un algorithme susceptible de fournir des résultats différents à partir des mêmes paramètres d'entrée. Wikipédia, l'encyclopédie libre

Par exemples :

- Interface vocale : se faire comprendre par une machine en lui parlant
- Assistance par des machines dans les tâches dangereuses, ou demandant une grande précision. Cela pourrait être utilisé dans tous les domaines: architecture, médecine, voyages dans l'espace, etc.
- Aide aux diagnostics médicaux
- Résolution de problèmes complexes

L'intelligence artificielle commence à exister dans les jeux vidéo, où les personnages contrôlés par l'ordinateur interagissent en fonction des déplacements et des actions fait par le joueur.

En ce qui concerne l'architecture, il existe peut-être quelques prototypes, mais à notre connaissance, nous n'avons pas vue de projet où l'ordinateur a raisonné à la place de l'architecte.

Le robot K-bot est un exemple de robots humanisés de 24 muscles. Ce robot a été inventé par David Hanson de l'université du Texas, à Dallas. La tête d'androïde ressemble à une femme, elle peut reconnaître les gens et de suivent leurs mouvements des personnes grâce à des caméras. K-bot peut sourire, ricaner, froncer les sourcils et même loucher. elle peut faire 28 expressions faciales en tout.



De plus, le site cyberspace publiait en 2000: *Des robots qui se reproduisent et évoluent*

Dans une simulation informatique unique en son genre, des robots virtuels se sont reproduits et ont accumulé les mutations sur 600 générations. Les gagnants à ce jeu de l'évolution ont réellement été construits.



Exemple d'un des robots

Architecture paramétrée

La façon classique d'inventer une architecture est prendre les principaux paramètres en fonction (type de bâtiment, volume d'utilisateur, budget alloué, etc.) et de les transformer en une géométrie qui comblera les exigences de chaque point. Les capacités du cerveau humain étant limités, on doit se contenter de traiter les paramètres les plus simples et il faut même faire des compromis la plupart du temps. Ainsi, en servant de la puissance de calcul de l'ordinateur et de l'ingéniosité du cerveau, on peut créer une architecture paramétrée révolutionnaire.

L'architecture paramétrée consiste à utiliser plusieurs paramètres afin de modifier ou déformer une forme ou un ensemble de formes pour obtenir un résultat paramétré. Les possibilités sont donc infinies. Plusieurs exemples de paramètres peuvent être utilisés:

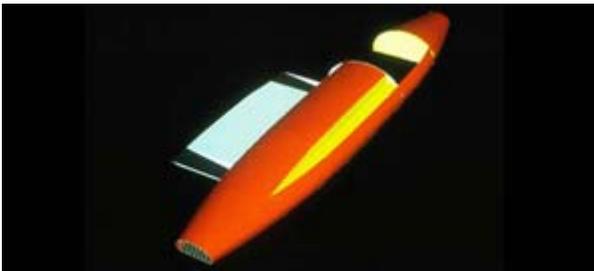
- L'influence des vents sur un bâtiment;
- L'influence des autres bâtiments;
- La topographie
- Le mouvement des piétons, des voitures, etc.
- L'effet d'un autre bâtiment sur le notre
- Variante conceptuelles abstraites etc.

En architecture navale, le processus de design s'imprègne de propriétés telles que le flux, la turbulence, la viscosité et la résistance, faisant une forme particulière de la coque. Elle est pensée en fonction de son déplacement dans l'eau. Il y a donc des paramètres qui influencent sa forme.

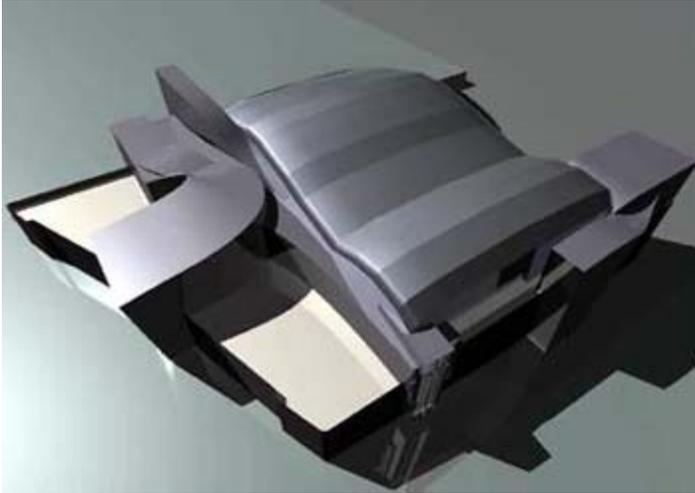
L'architecte Greg Lynn programme des simulations dynamiques pour concevoir son architecture. Le projet se déforme sur l'écran, en fonction des informations fournies; l'acte d'architecture consiste alors à décider d'un arrêt sur image opportun. Il est l'un des explorateurs du Paperless Studio.

Exemples

Voici une banque d'information de projet significatif utilisant l'architecture numérique comme outil de représentation et de conception







Zollhof - Duesseldorf,.de Frank O.
Gehry Associates Inc. (FOG/A) Santa
Monica, CA usBeucker Maschlanka +
Partner, Duesseldorf .de

1999

Kuttner Apartments New York
City

Kolatan / Mac Donald Studio,

1996



BMW Group Pavillon Dynaform IAA'2001

ABB Architekten / Bernhard Franken,

2001



Bibliographie

Architecture numérique:

<http://www.archilab.org>

<http://kubos.org/>

<http://www.aroots.org>

<http://www.a-matter.de/digital-real/eng/iedefault.htm>

Defining digital architecture : 2001 Far East International Digital Architectural Design Award / edited by Yu-Tung Liu ; [translation: Hui-Lin Lee]. Basel ; Boston : Birkhauser, c2002

LINDSEY, Bruce, *Digital Gehry : material resistance, digital construction*, Basel ; Boston : Birkhauser, c2001.

Digital/real , Boston : Birkhauser Verlag, 2001

Algorithme génétique:

<http://cui.unige.ch/spc/Teaching/ato-ii/Tps/bloc3/alggen/enonce/>

<http://www.pmsi.fr/gainit.htm>

Automate Cellulaire:

<http://matthieu.walraet.free.fr/automate/automate.html>

<http://www.infeig.unige.ch/~albuquer/Lectures/CA/ca/ca.html>

Intelligence artificielle

<http://www.androidworld.com>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Accueil>

<http://www.cybersciences.com>