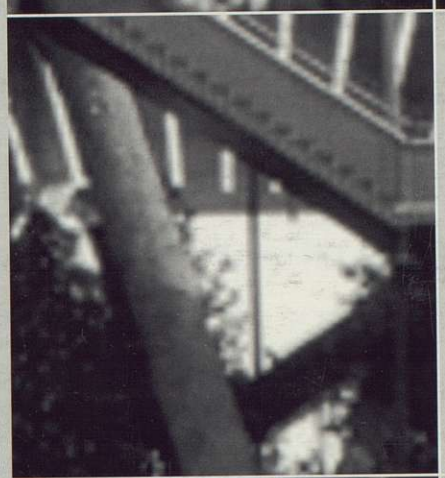
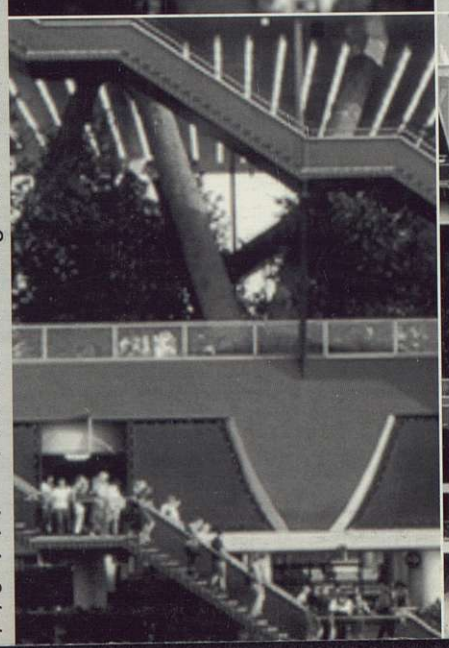
le carré bleu

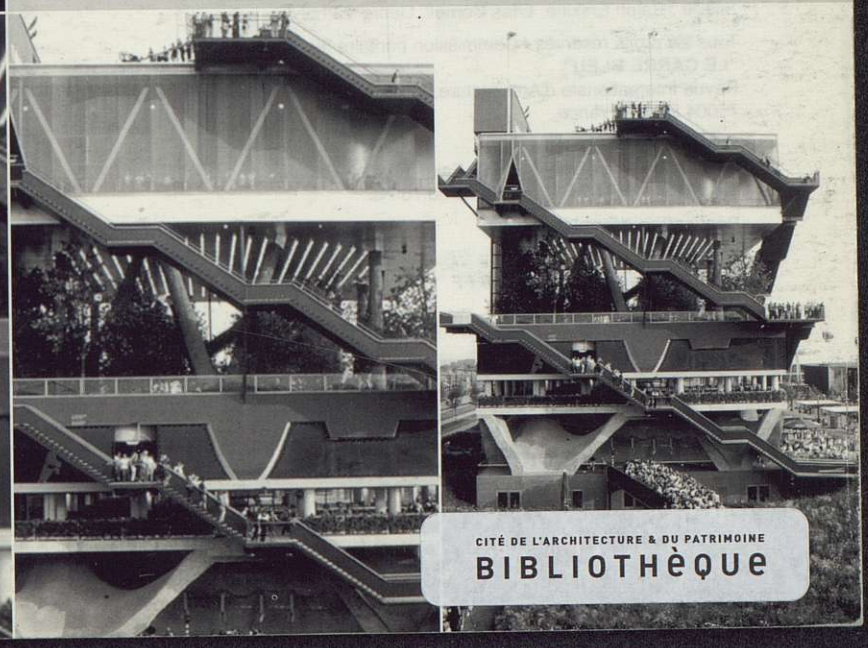
140 FF. - French / English texts - Numéro 3 /4 - 2000 - Revue Internationale d'Architecture.



la création architecturale et l'informatique

Deuxième partie : La Recherche





CITÉ DE L'ARCHITECTURE & DU PATRIMOINE
BIBLIOTHÈQUE

Fondateurs :
Aulis Blomstedt, Reima Pietilä, Heijo Petäjä, André Schimmerling, Kyösti Alander en 1958.
Edition :
"Les amis du CARRE BLEU" (association loi de 1901)
Directeur de la publication :
André Schimmerling
Rédacteurs en chef :
Philippe Fouquey, Dominique Beaux
Comité de rédaction :
Joseph Abram, Veneta Charlandjieva-Abramova, Denise Cresvrell, Jean-Claude Deshons, Claire Duplay, Louis-Pierre Grosbois, Lucien Hervé, Robert Joly, Richard Klein, Bernard Kohn, Joseph Matraja, Raoul Pastrana, Vincent Pfruner, Maurice Sauzet, Ionel Schein, Pierre Vago, Jean-Louis Véret.
Développement :
Pierre Morvan
Service photographique :
Lucien Hervé
Régie publicité :
"LE CARRE BLEU", 3 place Paul-Painlevé
75005 Paris
tél.: 01.43.26.10.54
Diffusion locale :
Denise Creswell, Agnès Jobard-Banda
Collaborateurs France :
Roger Aujame, Adrien Boros, Agnès Jobard-Banda, François Lapied, Pierre Lefèvre, Michel Mangematin, Charles Henry Rocquet, Mercedes Theillac.
Collaborateurs étrangers :
Allemagne : Nina Nedeljkov
Belgique : Bruno Vellut
Danemark : Jorn Utzon, Henning larsen
Ecosse : Vasile Toch
Etats-Unis : Attila Batar, Stephen Diamond, James Kishlar
Finlande : Kaisa Broner, Juhani Katainen, Juhani Pallasmaa, Antti Nurmesniemi, Veikko Vcasko, Matti Vuorio
Grèce : A. Antonakakis, Dimitri Fatouros
Hollande : Alexander Tzonis, Liane Lefaivre
Hongrie : C.K.Polonyi, Katalin Korompay
Israël : Gabriel Kertesz
Italie : Giancarlo de Carlo, Massimo Pica Ciamarra, Luciana de Rosa, Manfredi Nicoletti
Norvège : Sverre Fehn
Suède : Ralph Erskine, Elias Cornell, Georg Varhelyl

Tous les droits réservés / Commission paritaire 59 350

"LE CARRE BLEU"
Revue Internationale d'Architecture,33 rue des Francs-Bourgeois
75004 Paris - France

Secrétariat :
18, Avenue André Vivien 94160 Saint Mandé - France
Tél : 01.43.65.74.74 / Fax : 01.43.65.76.76.

Réalisation graphique :
M&C Consultants

Prix du numéro double : 140 FF

Imprimerie :
MEINEMA bv, Delft, Pays Bas
0031 152125915

Revue publiée avec le concours du Centre National du Livre.

Page 4 . . . . . .Philippe Fouquey et Joseph Matraja

Page 6 . . . . . .Stéphane Hanrot

Page 24 . . . . . .Alexander Tzonis

Page 25 . . . . . .Predrag Sidjanin

Page 44 . . . . . Asaf Friedman

Page 52 . . . . . .Sinan Inanc et Alexander Tzonis

Page 61 . . . . . K. Moraes Zarzar

Page 76 . . . . . .Eric Schweikardt and Mark D.Gross

Page 80 . . . . . .Nicolas Reeves

Page 87 . . . . . .Pierre Morvan

Page 89 . . . . . .Yona Friedman et Edward Grindberg

En couverture : Photographies de Cédric Michel
Pavillon Néerlandais, Exposition Universelle Hanover 2000.
Architectes : MVRDV

EDITO

L'IDEE D'ARCHITECTURE
THE IDEA OF ARCHITECURE

LES 4 DE DELFT

INTRODUCTION

LE RÔLE DE LA VISUALISATION INFORMATIQUE EN ARCHITECTURE
THE ROLE OF NEW COMPUTER VISUALIZATION IN ARCHITECURE

LE MOUVEMENT DANS LA REALITE VIRTUELLE ENGENDREE PAR L'ORDINATEUR
MOVEMENT IN COMPUTER GENERATED VIRTUAL REALITY

LE THESAURUS ARHITECTURAL SANS MUR
AN ARCHITECTURAL THESAURUS WITHOUT WALLS

LA BIOLOGIE ET L'INFORMATIQUE AU SERVICE D'UNE REVOLUTION DANS LA PRATIQUE ARCHITECTURALE
BIOLOGY AND COMPUTATION TO REVOLUNIZE DESIGN PRACTICE

EN +...

DIGITAL CLAY : DERIVING DIGITAL MODELS FROM FREEHAND SKETCHES

ARCHITECTONES INFORMATIQUES
COMPUTER ARCHITECTONES

GLOSSAIRE INFORMATIQUE

ACTUALITES

EXPOSITION TEAM ZOO - EXPOSITION YONA FRIEDMAN IFA PARIS - LA VILLE AVEC VOITURE – MAIS LAQUELLE ? - HANOVRE 2000

Carré Bleu 3/4-2000 - Programmé par Philippe Fouquey et Joseph Matraja (architectes).
Remerciements à : Susan Taponier,traductions anglaises - Nelly Zeiitlin, traductions françaises

EDITORIAL

La raison d'être du carré bleu est de ramener toutes nos interrogations (la ville, l'écologie, les grands défis, l'activité des hommes, l'évolution etc.) aux grandes questions qui touchent la société.
Seuls les hommes ont peu ou prou la capacité de faire évoluer un environnement difficile.
La grande machine à élaborer leur monde est d'une complexité qu'ils dominent mal.
L'un des engrenages de cette grande machine, c'est l'informatique (outil angélique ou démoniaque ?).
Dans d'autres domaines, celui de l'architecture, l'informatique est utilisée essentiellement pour l'accès à la vision virtuelle, à l'image de synthèse (si on laisse de côté les innombrables commodités qu'elle nous offre par ailleurs).
Or l'image de synthèse nous aide et nous trahit : Elle est souvent appauvrissante, si on la confronte aux qualités de nuances et à la richesse de notre imaginaire.
Quant à notre imaginaire, très inégalement développé, ne pourrait-on demander à l'informatique, de plus en plus opérationnelle et sophistiquée, de lui venir en aide sous la forme d'une assistance ciblée qui développe ses capacités, lorsque c'est nécessaire, pour le plus grand bien de la qualité architecturale.
Dans ce numéro 3/4 - 2000 du Carré Bleu nous donnons quelques exemples du travail de chercheurs de diverses nationalités. Ils se sont attelés à divers travaux sur l'informatique et l'architecture qui apparaissent comme inhabituels par rapport aux approches classiques, mais semblent pleins de promesses.
Certains se sont employés à rendre la représentation virtuelle moins synthétique, plus vivante, plus proche de l'humain.
D'autres ont cherché à mettre à la disposition des concepteurs des enrichissements intellectuels, des banques de connaissance "intelligentes".
D'autres encore ont découvert qu'il était nécessaire dans certains cas d'utiliser "l'intuition" pour venir à bout d'études scientifiques par trop complexes.
Un autre groupe de chercheurs a voulu tirer parti d'une confrontation entre des "algorithmes génétiques" et la représentation architecturale par ordinateur.
Une dernière équipe, enfin, a jeté une passerelle entre le croquis fait à la main et un logiciel qui assimile celui-ci en lui demeurant fidèle et permet ensuite les opérations de mise au point du dessin architectural.

Au vu des trois chapitres : pratique, enseignement, recherche, il nous est apparu que le fossé qui subsiste entre ces disciplines est regrettable. Il semble souhaitable qu'un lien se tisse entre elles afin de permettre une avancée vers une cohérence globale, une synergie.

Par Philippe FOUQUEY et Joseph MATRAJA

The raison d'etre of the CARRE BLEU merges questions about the city, ecology, today's challenges, all types of human activity, evolution, etc. with the big questions at the root of society.
Man is the only creature who has some slight ability to act on, and perhaps to modify, a hostile environment.
But he is up against complex machinery that escapes him.

One of the clogs in this machinery is computer science -- heaven-sent, or an instrument from hell?
In architecture, our domain, this means computer- generated imagery.

Computer imagery can help, or do us in; it may in fact impoverish us, lacking the nuances and richness of imagination.
Yet the realm of imagination could be further developed by calling on digital imagery-- increasingly effective and sophisticated -- to help at specific tasks, to benefit architectural quality.

In number 3/2000 of the Carre Bleu, researchers from various countries give examples of their work. They have been working in computer graphics and architecture to seek less classic and more original applications that look promising.

Some are trying to make virtual reality more real, more human and less synthetic.
Others seek enriching intellectual solutions, a smart package for architectural design. And still others have discovered to rely on intuition to solve problems when scientific studies are too complex.
Another research group sought to use computer graphics of an architectural sketch for genetic algorithms.
Yet another team construed a kind of digital link between the architect's sketch and the computer's rendition, faithful to the spirit of the sketch and allowing for an elaboration of the architectural drawing.

Looking at these three chapters--practice, teaching, research, we regret to find a breach between the disciplines. It would be good to build a bridge between them to further cohesiveness, for synergy.

By Philippe FOUQUEY et Joseph MATRAJA

INTRODUCTION

L'IDEE D'ARCHITECTURE

Par Stéphane Hanrot

On s'applique dans cet article à revisiter l'idée d'architecture à partir de l'emploi que l'informatique, l'aéronautique et plus largement la systémique en font aujourd'hui. On s'aperçoit alors que la tradition de l'architecture des constructions et du métier d'architecte sont les paradigmes de nouvelles pratiques dans ces ingénieries de pointe et, plus largement, participent à un renouvellement de la pensée contemporaine.

On a tendance, aujourd'hui, à réduire le terme d'architecture aux seuls bâtiments. On en vient même à dire "cette architecture" pour désigner un bâtiment. Le plaidoyer pour la reconnaissance de l'architecture des ouvrages d'art par B. Lemoine et S. Deswarte "L'architecture et les ingénieurs"[1], témoigne du fait qu'aujourd'hui le milieu traditionnel de l'architecture a du mal à élargir son horizon. Or historiquement, le concept d'architecture a toujours embrassé un champ plus large d'objets. En témoignait déjà Vitruve, contemporain de Jules César, qui dans ses dix livres de l'architecture parle aussi bien des bâtiments que des rues, des villes, des ports, etc.[2] Et quand Le Corbusier déclarait : *"Les villes heureuses ont de l'architecture. L'architecture est dans l'appareil téléphonique et dans le Parthénon."* [3], c'était pour montrer aux architectes de son temps combien l'esthétisme décoratif et les modèles anciens les rendaient aveugles aux nouveaux besoins humains, aux nouvelles techniques de construction comme aux nouvelles conditions de l'économie et de la production. Il encourageait les architectes à ouvrir leur domaine à tous les objets nouveaux que l'on inventait en ce début de XXe siècle pour proposer les bases d'une nouvelle esthétique qui aurait su intégrer leurs enjeux techniques, sociaux et culturels.

On parle encore d'architecture des jardins ou encore d'architecture navale. Et curieusement, l'architecture est aujourd'hui présente en informatique, en aéronautique ou dans l'automobile. Qui plus est, ces domaines de pointe, ayant reconnu l'importance de l'architecture, ont aussi reconnu la compétence spécifique de l'architecte. Ainsi, en informatique, parle-t-on "d'architecte de système" ou "d'architecte de logiciels"[4]. D'aucuns y verront une simple analogie, une métaphore ayant en référence le bâtiment. Cela n'est pas aussi superficiel[5]. Examinons ce que nous en disent les théoriciens de ces nouveaux domaines, notamment E. Rechtin ingénieur qui a travaillé dans le domaine aéronautique et enseigné à l'USC (University of Southern California)[6].

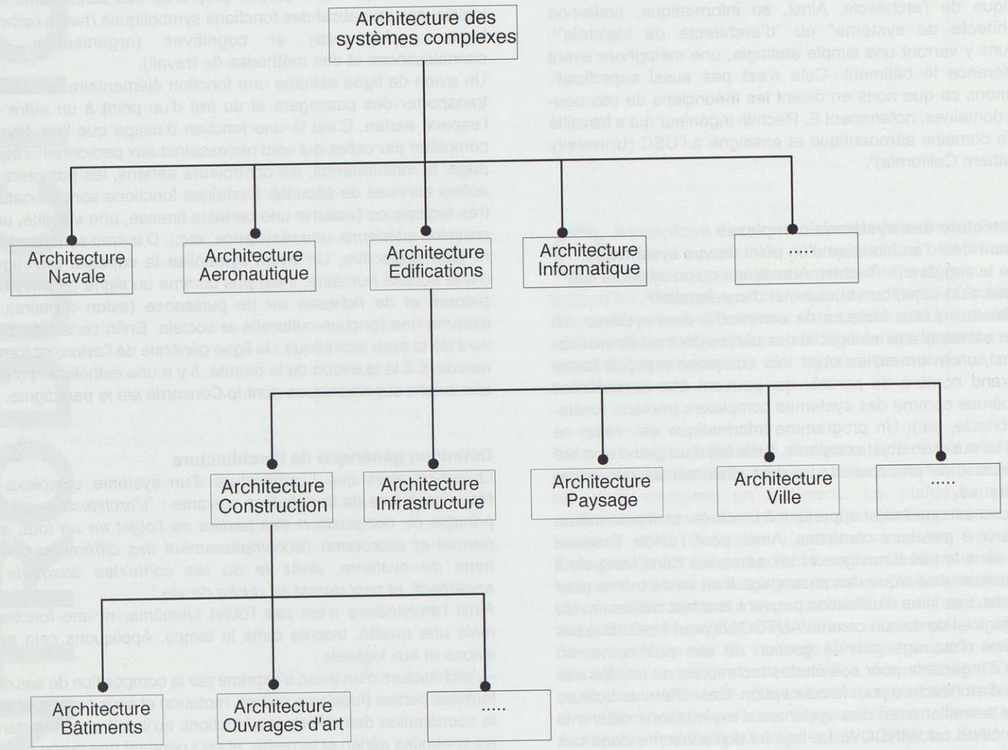
L'architecture des systèmes complexes

Cernons l'idée d'architecture d'un point de vue systémique comme le suggère E. Rechtin. Admettons qu'un système est composé d'un objet, ou structure, et d'une fonction[7].
On admettra quatre facteurs de complexité d'un système. Le premier est relatif à la multiplicité des parties dont est formé l'objet. Ainsi, un avion est un objet très complexe puisqu'il forme d'un grand nombre de parties, qui peuvent être considérées elles-mêmes comme des systèmes complexes (moteur, fuselage, habitacle, etc). Un programme informatique est, selon ce critère, lui aussi un objet complexe. Il est fait d'un grand nombre de modules, de procédures, qui sont elles-mêmes des sous-programmes.
Le second est que l'objet appartient à un contexte. Il peut même appartenir à plusieurs contextes. Ainsi, pour l'avion, l'espace aérien dans lequel il navigue et les aéroports dans lesquels il manœuvre et embarque des passagers. Il en va de même pour un logiciel. Les sites d'utilisation peuvent être très différents. Un même logiciel de dessin comme AUTOCAD peut être utilisé par un maître d'ouvrage pour la gestion de son patrimoine, un Bureau d'Ingénierie pour ses études techniques ou encore une agence d'architecture pour la conception. Ces différents acteurs peuvent travailler avec des systèmes d'exploitations différents comme UNIX ou WINDOW. Le logiciel doit s'inscrire dans ces contextes différents.
Le troisième est relatif au grand nombre de fonctions que l'objet a à assumer. Ainsi, pour un logiciel, les unes sont très techniques, puisqu'il s'agit du déclenchement des fonctions élémentaires du système d'exploitation et, par là de l'ordinateur, de ses mémoires et de ses processeurs. Certaines sont plus complexes, comme l'interaction homme-machine au travers de l'interface graphique, de la gestion des couches etc. D'autres lui sont spécifiques comme l'exécution de calculs de perspective, ou l'établissement d'un métré des objets du projet. Un logiciel assume encore une fonction économique. Il ne peut pas être vendu au-delà d'un certain prix à la fois envers les moyens de ses clients, mais aussi du prix propre de ses concurrents. Un logiciel assume aussi des fonctions symboliques (haute technologie, performance) et cognitives (organisation des connaissances et des méthodes de travail).
Un avion de ligne assume une fonction élémentaire qui est de transporter des passagers et du fret d'un point à un autre de l'espace aérien. C'est là une fonction d'usage que l'on devrait compléter par celles qui sont nécessaires aux personnel : l'équipage, la maintenance, les contrôleurs aériens, les pompiers et autres services de sécurité. Certaines fonctions sont de nature très techniques (assurer une certaine finesse, une stabilité, une pression intérieure, une résistance, etc.). D'autres sont de nature plus subjective. Un avion symbolise la capacité technique d'une société humaine, il est pris comme un signe de développement et de richesse ou de puissance (avion militaire). Il assume une fonction culturelle et sociale. Enfin certaines relèvent de la pure esthétique : la ligne générale de l'avion, sa forme renvoient à la question de la beauté. Il y a une esthétique propre aux avions supersoniques dont le Concorde est le paradigme.

Définition générique de l'architecture

Qu'est-ce alors que l'architecture d'un système complexe ? Nous postulons de la définition suivante : *"L'architecture est un principe de composition des parties de l'objet en un tout, qui permet et coordonne l'accomplissement des différentes fonctions du système, dans le ou les contextes auxquels il appartient, et ceci durant sa durée de vie."*
Ainsi l'architecture n'est pas l'objet lui-même, ni une fonction, mais une qualité, inscrite dans le temps. Appliquons cela aux avions et aux logiciels :
- L'architecture d'un avion s'exprime par la composition de ses différentes parties (fuselage, voilure, moteurs) et sous parties, et par la coordination des différentes fonctions qu'il doit assumer dans les contextes aérien et terrestre, et ceci pendant une durée de vie d'environ vingt ans.
- L'architecture d'un logiciel peut être comprise comme la composition de ses différentes parties (modules, procédures) et sous-parties, lui permettant d'assumer ses différentes fonctions dans les contextes domestiques ou professionnels dans lesquels il pourra être implanté, et ceci pendant une durée de vie qui peut être très longue.

Taxinomie des architectures : l'objet est le critère discriminant.



L'architecture des systèmes complexes peut être spécialisée en architecture navale aéronautique, édification, informatique, etc.
L'architecture des édifications, qui se distingue des autres notamment parce que ses objets sont fixes dans leurs contextes et qu'ils mettent en jeu des formes et des espaces, peut elle-même être spécialisée, et ainsi de suite (voir annexe 1 sur la classification).
L'architecture des bâtiments n'est qu'un cas particulier parmi les architectures possibles.
NOTA : Conventions de Modélisation EXPRESS-G.

Le bâtiment comme système complexe
Acceptons cette définition très générique de l'architecture. Peut-on alors considérer un bâtiment comme un système complexe? Un bâtiment est constitué d'un grand nombre de parties (étages, pièces, façades, murs planchers, briques, etc.) qui définissent des formes et des espaces. Il appartient aussi à un contexte qui peut être urbain, périurbain, campagnard, naturel. Il assume de multiples fonctions : d'usage, culturelles, de confort, mécaniques, constructives, thermiques, etc. Il a une durée de vie qui commence dès sa programmation en passant par sa conception, sa construction, son utilisation jusqu'à sa destruction. Aussi, en tant que système complexe, on peut lui reconnaître *"une architecture comme principe de composition de ses différentes parties et d'ordonnancement de ses formes et de ses espaces, pour permettre l'accomplissement de ses multiples fonctions, dans les contextes urbains, périurbains, campagnards ou naturels dans lesquels il peut être implanté de façon définitive, et ceci pendant sa durée de vie qui peut aller jusqu'à plusieurs milliers d'années"*.

Intuitivement, le bâtiment se distingue des systèmes aéronautiques et logiciels sur quelques points déterminants. Le bâtiment appartient au monde des choses directement perceptibles par l'homme, ce qui est vrai pour un avion, mais ne l'est pas pour un logiciel. Le bâtiment est fixe dans son contexte alors que les avions sont mobiles. Ils se caractérisent par des formes et des espaces intérieurs ou extérieurs habitables, ce qui est vrai pour un avion, mais ne l'est pas pour un logiciel. Il participe aux conditions de la vie quotidienne de l'homme et de la société dans les termes d'une globalité et d'une pérennité que n'envisage ni l'aéronautique, ni l'informatique. Enfin, ces différents objets obéissent à des processus de construction in situ, ce qui n'est ni vrai pour l'aéronautique ni pour l'informatique. D'autres différences pourraient être établies. Celles-ci sont particulièrement caractéristiques.

Les ouvrages d'art, la voirie, le paysage, la ville comme systèmes complexes
On peut alors se demander si le bâtiment est le seul type de système complexe à vérifier ces caractéristiques. Evidemment, non. On pourrait élargir la liste aux ouvrages d'art, au paysage ou encore aux voies, à la ville et aux grandes infrastructures. Voyons ceci dans le détail.

Les ouvrages d'art, dans un sens commun, comprennent, entre autres, les ponts, les tunnels, les soutènements, les écrans acoustiques, les barrages, etc. Ils sont constitués de parties multiples qui caractérisent des formes et des espaces. Un pont est constitué d'ouvrages d'approche, de culées, de fondations, de piles et d'un tablier. Il est caractérisé par des formes et des espaces en intrados et extrados. Il est implanté définitivement dans un contexte et assure de multiples fonctions relatives à l'usage humain, au trafic de véhicule, à la stabilité, mais aussi à la symbolique technique et culturelle. On lui reconnaît des qualités esthétiques. Sa durée de vie est variable. Certains ouvrages d'art datent de plusieurs siècles.

Le paysage est un système complexe à deux échelles. Le premier est de considérer les parcs, jardins, squares, bref toute chose spatialement bien définie dont les parties sont essentiellement le sol et les plantations. Ce type d'édification appartient à un contexte, et assume de multiples fonctions : Usage humain, représentation collective et sociale, signe et symbole culturel. Il assume aussi des fonctions techniques, comme la rétention des eaux de pluie, et des fonction écologiques. Sa durée de vie peut être longue. A la différence des édifications strictement construites, comme les bâtiments ou les ouvrages d'art, les parcs et les jardins sont évolutifs du fait même des plantations qui les composent. Formes et espaces changent durant l'année en fonction des saisons. Ils changent aussi pendant la vie du parc ou du jardin par la croissance ou la mort de la végétation.
La deuxième échelle est ce que l'on appelle le "grand paysage", c'est-à-dire, à l'origine, ce que l'on peut percevoir à partir d'un point de vue donné, et ce que les peintres paysagistes peignaient. Mais aujourd'hui, il s'agit de considérer le système global, perçu par l'homme, qui forme son lieu de vie et que les découpages géographiques, écologiques ou environnementaux ne parviennent pas à restituer dans son ensemble. On parle de paysage méditerranéen, agricole etc. Le paysage est composé de parties qui peuvent comprendre des reliefs naturels, des villes, comme des bâtiments et de la végétation. Il appartient à un contexte territorial et assume de multiples fonctions, là encore, qui vont de l'usage aux systèmes techniques et écologiques, jusqu'aux fonctions culturelles. Sa durée de vie est évidemment très longue, même si des mutations ou des ruptures peuvent se produire rapidement.
La voirie, la voie routière, mais aussi les rues, les places, sont autant de systèmes complexes. Elles sont composées de multiples objets (fondations, sols, plantations, limites bâties, etc.) et assument de nombreuses fonctions : d'usage, liées au déplacement des personnes et des véhicules ; de représentation sociale et de valeur symbolique. Elles définissent des espaces libres, publics et appartiennent à des contextes urbains, campagnards naturels. Les infrastructures (l'autoroute, le chemin de fer, le canal, l'aéroport, etc.) sont des systèmes complexes à

grande échelle. Elles ont de multiples parties : des bâtiments, des ouvrages d'art, des voies, un couvert végétal, etc. Leur contexte est en général territorial et, de par leurs dimensions, peuvent traverser des contextes particuliers : urbains, campagnards, naturels. En tout cas, c'est une partie déterminante du grand paysage. Les fonctions d'une infrastructure sont évidemment multiples, de l'usage à la signification culturelle. La durée de vie d'une infrastructure est en général très longue. Les voies romaines, sur lesquelles s'empilent par couches successives les routes puis les autoroutes, en sont un exemple.

La ville sous ses multiples manifestations est, elle aussi, un système fort complexe, sans doute l'une des édifications les plus complexes. Elle est constituée de nombreuses parties : les quartiers, les îlots, le parcellaire, les grands axes, les espaces libres, les parcs et les jardins, les infrastructures, etc. Ces nombreuses parties définissent des formes et des espaces urbains. La ville appartient à un contexte qui est formé par un territoire géographique et elle assume de très nombreuses fonctions d'habitation humaine, de représentation du pouvoir politique comme aussi des fonctions techniques de flux d'énergie. Elle assume des fonctions culturelles et on lui reconnaît une valeur esthétique. Sa durée de vie est en général très longue et survit à la plupart des parties qui la composent.

Affinités et différences

Toutes ces familles d'objets sont donc des systèmes complexes qui se rapprochent des bâtiments et, comme eux, ont à voir avec l'espace et les formes du cadre de vie de l'homme. Comme eux, aussi, ils se distinguent des autres systèmes que sont les avions ou les logiciels.
Toutefois, bâtiments, ouvrages d'art, voiries, paysage, villes entretiennent, entre eux, des différences. Ainsi, les durées de vie d'un bâtiment et d'une ville ne sont pas les mêmes. Les pérennités d'un jardin et d'un ouvrage d'art sont aussi différentes. L'un évolue par la croissance du végétal qui le compose, alors que l'autre ne présente qu'une évolution lente.
Mais ces différences sont mineures au regard des liens qui associent ces différents objets. En effet, on peut considérer que certains de ces objets peuvent être des parties d'un autre. La réciproque est que le second forme le tout auquel appartient le premier. Ainsi, un bâtiment peut être une partie d'une ville. La ville est le tout auquel il appartient. La ville formant une partie du contexte du bâtiment, les autres étant le site lui-même avec ses facteurs climatiques, ses usagers, etc.
Un jardin peut être inclus dans un bâtiment. Un ouvrage d'art, un talus planté peuvent être des parties d'une route. Une ville est un tout composé de bâtiments, de jardins, d'infrastructures[8], etc.
Peut-on trouver des relations analogues entre un avion et un bâtiment, un logiciel et une ville ? Certes non. L'avion peut être abrité dans un hangar, mais il n'est pas une partie du hangar. Il en est un "usager" en tant que machine, ou encore un élément mobilier. Un logiciel ne peut pas être, lui-même, considéré comme une partie physique d'une ville, bien qu'il puisse participer aux fonctions d'une ville, comme un logiciel de régulation de la circulation urbaine.

Les édifications

Ces caractères communs et ces interrelations définissent un domaine d'objets assez homogène qui forment le cadre de vie de l'homme qui sont édifiés par lui et sont, chacun, ordonnancés par une architecture. Il est donc judicieux de les rassembler dans une même famille pour les distinguer des autres. Nous proposerons d'appeler cette famille les choses édifiées ou "édifications".
Est édification, le processus et l'objet appartenant de façon fixe à un contexte et caractérisé par des formes et des espaces formant le cadre de la vie humaine et sociale. Toute édification, en tant que système complexe, est supposée avoir une architecture.

De là on peut préciser la définition de l'architecture

> *"L'architecture d'une édification appartenant à un contexte, détermine, par la composition de ses différentes parties en un tout, les formes et les espaces ainsi que leur ordonnancement. Elle permet ainsi l'accomplissement de ses multiples fonctions (sociale, usage, confort, esthétique, symbolique, économique, technique) dont celle, essentielle, d'offrir un cadre de vie à l'Homme et sa société. L'architecture est pérenne durant l'existence de l'édification et l'inscrit dans une continuité historique".*

Classification des architectures

Nous avons montré comment on pouvait légitimement identifier différents systèmes complexes dont les objets sont porteurs d'une architecture. On peut alors établir une "classification" des architectures en prenant comme critère discriminant les objets eux-mêmes. Cette classification est exprimée par la taxinomie figurée dans le schéma ci-joint, que l'on interprétera de la façon suivante :
L'architecture des systèmes complexes est la classe générique. De là, un premier niveau de spécialisation peut être établi dans lequel on distingue l'architecture des édifications des autres architectures navale, aéronautique ou encore informatique.
L'architecture des édifications a elle-même des sous-classes. Cinq de même rang nous semblent pertinentes : l'architecture des bâtiments et des ouvrages d'art - que nous appèlerons "architecture des constructions" et quelquefois "architecture civile"[9] - mais aussi des voies et infrastructures, du paysage et de la ville[10].

Architecturer un système complexe ?

Revenons, à la proposition de Rechtin qui, rappelons le, s'emploie à cerner la manière "d'architecturer" un système complexe, c'est-à-dire de lui donner une architecture. Prenant comme paradigme l'architecture civile, il montre pourquoi les notions d'architecture et de pratique architecturale peuvent être, aujourd'hui, étendues aux différents systèmes complexes issus de l'ingénierie contemporaine.
"Nous commençons avec une courte revue de la longue et honorable histoire des architectes civils et de leurs architectures. C'est une histoire qui s'est répétée pendant des décades plutôt que des siècles dans les nouveaux champs des communications, de l'aérospatial, des ordinateurs, des sciences de l'information et des disciplines ayant à voir avec l'ingénierie. Comme ce fut le cas avec les architectes civils et navals avant eux, les nouveaux architectes émergèrent quand les problèmes d'ingénierie devinrent trop complexes pour être résolus par la seule analyse. En termes contemporains, l'optimisation mono critère et les analyses multicritères, bien que nécessaires, n'étaient pas suffisantes. Quand les problèmes inclurent de la technologie, de l'économie, de la tactique, de la politique et de la psychologie, rechercher des solutions, plus ou moins optimum, devint une perte de temps et d'énergie. Une approche différente, plus intuitive, fut requise si des solutions satisfaisantes pouvaient être trouvées dans un temps et à un prix raisonnables. L'approche historique, et encore valide, était "d'architecturer" – cette combinaison des arts et de la science qui spécifie les fonctions devant être accomplies et décrit le système devant être construit" [11]

Pour "architecturer" les systèmes complexes, l'architecte fait appel à des méthodes heuristiques qui lui permettent d'aborder des problèmes mal définis ayant à faire avec ces systèmes. Une heuristique est une règle qui permet au concepteur de guider son action dans la résolution de tels problèmes .
D'après Rechtin, les méthodes heuristiques sont plus riches que celles purement "normatives" qui consistent à la copie de modèles de référence. Ces dernières, en effet, limitent la création et l'innovation, bien qu'elles puissent, quelquefois, faciliter le travail. Elles sont aussi plus riches que les méthodes "rationnelles" ou procédurales, dont on connaît le développement pas à pas. Bien que, là encore, ces dernières puissent être utiles pour un sous-problème bien défini. Les méthodes heuristiques ne sont pas seulement aptes à traiter du problème en soi, elles permettent aussi de prendre en compte le contexte de décision politique, social et financier dans lequel se développe le projet.
Rechtin établit l'architecture à la fois comme un art et comme une science, et il propose des modalités de validation des heuristiques, mais aussi des programmes pédagogiques. Car, une fois reconnue, la pratique architecturale dans les nouveaux domaines de l'ingénierie, il a fallu en structurer les connaissances et procéder à des enseignements qui permettent de raccourcir les périodes d'apprentissage habituellement effectuées au fil d'une expérience professionnelle[12].

Dans le domaine des édifications

Cette proposition de Rechtin n'est pas sans questionnements sur les compétences de l'architecte. Celles-ci sont en général spécifiées par l'adjonction que l'on fait au mot architecte d'un autre mot désignant l'objet de sa spécialité. On parle ainsi de l'architecte-urbaniste pour celui qui s'emploie à travailler sur la ville. On parle encore d'architecte-paysagiste. En France, on ne parle pas d'architecte-bâtiment, qui est une compétence par défaut, alors que l'on précise "architecte-ouvrage d'art", Dans les pays anglo-saxons, on réunit ces deux compétences sous le terme de "civil-architect". Ce qui est assez commode. En tout cas l'utilisation du terme générique d'architecte par les concepteurs de bâtiments, en France, est abusive. Outre la désignation d'une spécialité, un autre intérêt de cette adjonction est de pouvoir retrouver certains champs de la pratique architecturale qui ont disparu et que l'on pourrait remettre en jeu. Ainsi l'architecte s'occupant de la voirie était, jusqu'au début de ce siècle appelé "architecte-voyer", son poste dans l'administration des villes était extrêmement important[13].
Il existe des continuités de pratiques et de connaissances entre les différentes familles d'édifications. Et les compétences duales de nombre d'architectes, ou équipes d'architectes, en témoignent. On peut être architecte-urbaniste et architecte d'édifice, architecte-paysagiste et architecte-urbaniste. Toutefois, la spécialisation est bien souvent nécessaire tant chaque domaine de pratique fait appel à un savoir et des connaissances particulières.

Formation à l'architecture et à la pratique

On peut donc penser que les formations à l'architecture des édifications devraient disposer d'un corpus commun pour ouvrir vers des spécialisations selon les types d'objets choisis. Il en est ainsi de nombreuses formations européennes. Celle qui est dispensée par la faculté d'architecture de Delft en Hollande est remarquable puisqu'elle donne accès, après un tronc commun, a une spécialisation dans le bâtiment, l'urbain, le paysage. On retrouve ce modèle en Allemagne à Karlsruhe. En France, l'éclatement des formations entre différentes écoles et l'université ne facilite pas ce genre de mise en cohérence. Elle conduit plutôt à marquer, dès l'enseignement, des jeux d'influences corporatistes.

On pourrait se demander si des formations combinées pourraient avoir lieu sur l'architecture des édifications et celles d'autres systèmes complexes, comme l'informatique ou l'aéronautique. Sachant que la spécialisation, selon le type d'édification, s'impose bien souvent, elle est a fortiori nécessaire d'un système complexe à l'autre. En effet, il est peu probable que l'on puisse être à la fois architecte-bâtiment et architecte-informaticien ou architecte-aéronauticien de bon niveau. En revanche, un ensemble de connaissances et de compétences fondamentales sont sans doute partagées entre eux. Il y aurait donc là un intérêt à comparer les recherches et les pédagogies développées dans chaque champ de l'architecture, notamment quant au positionnement de l'architecte envers l'ingénieur.

En quoi l'architecte et l'ingénieur sont-ils complémentaires ?

Dans les domaines qui intéressent Rechtin, l'architecte et l'ingénieur sont complémentaires et non concurrents. L'ingénieur dispose d'une connaissance et de méthodes précises sur une fonction particulière, que l'on peut souvent contrôler par le calcul ou des modèles numériques ad hoc. En revanche, l'architecte est un ingénieur qui a su d'une part dépasser son propre domaine de spécialité pour acquérir des connaissances dans les autres domaines de l'ingénierie concernés par le système complexe en jeu et, d'autre part, se constituer des heuristiques lui permettant de concevoir et conduire le projet. Sa connaissance de chaque fonction et des systèmes particuliers n'est pas nécessairement très fine, mais elle l'est suffisamment pour comprendre les questions propres aux ingénieurs spécialistes et pour articuler les différents domaines entre eux, dans une conception synthétique. Les connaissances déterminantes portent précisément sur les articulations et les interfaces entre les domaines spécialisés. L'architecte est aussi capable d'instaurer une logique de projet malgré les nombreuses incertitudes et les problèmes souvent mal posés. Il sait aussi raisonner sur des champs de connaissances non objectives qui font appel à des qualités sensibles et esthétiques propres au domaine[14].

Dans le domaine des choses édifiées

Dans le domaine des édifications, les rapports entre architectes et ingénieurs ne sont pas aussi limpides qu'en informatique ou en aéronautique. Dans ce domaine premier de l'activité humaine, l'architecte vitruvien préexistait à l'ingénieur, ou, du moins, architecte et ingénieur ne faisaient qu'un. L'ingénierie, au XVIII[e] et au XIX[e], a introduit de nouvelles méthodes de travail qui ont énormément enrichi les savoirs et les potentialités techniques[15]. Mais l'instauration de ces nouvelles compétences a remis en cause le rôle de l'architecte. Sans remonter trop loin dans l'histoire, voyons comment certains faisaient état de leur malaise quant à la spécificité de l'architecte envers l'ingénieur.

De façon symptomatique Le Corbusier, dans son ouvrage "Vers une architecture", faisait la critique de l'architecte face aux performances techniques manifestes de l'ingénieur et cherche à spécifier l'architecte dans le champ de l'esthétique personnelle, sensible et plastique.

"Esthétique de l'ingénieur, Architecture, deux choses solidaires, consécutives, l'une en plein épanouissement, l'autre en pénible régression.
L'ingénieur, inspiré par la loi de d'économie et conduit par le calcul, nous met en accord avec les lois de l'univers. Il atteint l'harmonie.
L'architecte, par l'ordonnance des formes, réalise un ordre qui est pure création de son esprit ; par les formes, il affecte intensivement nos sens, provoquant des émotions plastiques ; par les rapports qu'il crée, il éveille en nous des résonances profondes, il nous donne la mesure d'un ordre qu'on sent en accord avec celui du monde, il détermine des mouvements divers de notre esprit et de notre cœur ; c'est alors que nous ressentons la beauté" [16].

Cette difficulté à situer chacun des deux acteurs fut aussi vraie pour les ingénieurs. Quelques années plus tard, Jean Prouvé nous dit en 1971 :

"Il y a des hommes dont la formation est celle de l'ingénieur, qui sont indiscutablement de grands architectes. La réciproque existe : pourrait-on imaginer que les architectes ne soient que les stylistes de la construction ? Cette question vient à l'esprit, puisqu'il faut débattre de la position de l'architecte devant l'ingénieur, ce qui est grave. Mon opinion est justement que cette question ne devrait pas se poser."[17]

On peut imaginer qu'à ces deux opinions Rechtin pourrait opposer que, si habituellement les ingénieurs limitent leur domaine de conception aux seuls systèmes techniques qu'ils maîtrisent, d'autres savent élargir leur regard et y intégrer des considérations non objectives relevant de l'humain, de l'émotion et de la beauté. Et c'est dans cette capacité de synthèse, par la maîtrise des formes et des espaces, qu'ils acquièrent une qualité d'architecte. Issu de l'ingénierie, l'architecte doit donc savoir transcender ses propres champs de compétences techniques et intégrer les points de vues culturels et esthétiques qui interrogent, par la forme des édifications, le "sens" que l'homme donne à la vie et à la société. A l'inverse, l'architecte - formé comme tel – ne doit pas négliger la connaissance des différentes fonctions d'usage, techniques, fonctionnelles et économiques des objets architecturaux ni se réfugier dans le culte d'une pure esthétique. C'est en sachant explorer ces facettes et comprendre la façon dont elles peuvent être intégrées et coordonnées qu'il sera un véritable acteur de la synthèse de la forme et non pas un "styliste de la construction".

L'intérêt des travaux de H.Rechtin est de nous montrer que ce qui est habituellement critiqué dans le domaine traditionnel du bâtiment - la fonction d'architecte -est considéré, par les industries de pointe qui sont déjà parvenues au bout de certaines méthodes de l'ingénierie classique, comme une solution nouvelle pour parvenir à la maîtrise de la complexité dans le projet et lui donner du "sens"[18].

L'architecture s'impose donc comme un moyen d'aborder la complexité de certains systèmes et de la concevoir. Pour que les choses soient clairement posées, il est utile de bien faire la distinction entre ce qui relève de l'architecture comme qualité d'un système complexe et de l'architecture comme une pratique centrée sur la conception et le projet.

La reconnaissance d'un champ large de systèmes complexes ne dévalue pas l'idée d'architecture, comme pourraient le craindre les architectes traditionalistes de bâtiments. Elle permet au contraire à établir l'architecture comme principe fondamental qui peut se décliner, se spécialiser, selon les objets que l'on considère.

De là, quel que soit le domaine considéré, la complémentarité des rôles de l'architecte et de l'ingénieur peut être précisée sans pour autant que l'un cherche à se substituer à l'autre pour exister.

Si les architectes des domaines traditionnels de la construction savaient reprendre à leur compte ce qui se produit dans les nouveaux domaines de l'ingénierie, ils sauraient sans doute retrouver leur légitimité sociale et économique. Alors, leur discipline ne serait pas un îlot de résistance recroquevillé sur son passé, mais participerait à un large mouvement de réflexion contemporain. En revanche, ces architectes doivent se questionner sur l'adéquation de leurs compétences, de leurs formations et de leur organisation professionnelle avec le rôle qu'ils devraient jouer. De même devraient-ils renouveler leurs connaissances sur l'architecture des édifications pour pouvoir en maîtriser la conception dans le contexte contemporain. Vastes sujets de recherche.

1 Voir "L'architecture et les ingénieurs", S. Deswarte et B. Lemoine, Moniteur ed. ISBN: 2.281.19099.4, Paris, 1997

2 "Les dix livres d'architecture" Vitruve traduit par Perrault 1663, corrigé par Dalmas, Errances ed. 1986.

3 voir page 7 : "Vers une architecture", Le Corbusier, 1924, Flammarion Paris, ISBN :2-08-081611-X, 1995

4 Il est rare qu'une édition du journal Le Monde ne contienne pas d'offres d'emploi d'architecte en informatique ou en multimédias. Le richissime Bill Gates n'a lui-même pas trouvé mieux que de se décerner le titre d'architecte en chef des logiciels de sa société Microsoft ! ! ! Ainsi en informatique, l'architecture est une réalité depuis les années soixante-dix.

Dans le dictionnaire des sciences de M. Serre et N. Farouki on lit à l'article "architecture des machines" : "Si l'on en croît les étymologistes, à l'origine, l'arckhitektôn en grec, était charpentier ou constructeur de navires. Aujourd'hui, l'architecte des machines modernes est toujours une sorte de charpentier, car c'est lui qui dresse l'ossature de l'ordinateur en précisant la nature de ses composants, leur agencement et leurs liaisons mutuelles." ("Le Trésor, Dictionnaire des sciences" Michel Serre et Nayla Farouki, Flammarion editeur, Paris, ISBN 2-08-035108-7, 1997)

Voici, enfin, une définition tirée d'un dictionnaire d'informatique.

"Architecture. Pris dans le sens : dispositions d'un ensemble.
Exemples :
Architecture d'un système. Dispositions des organes de traitement, de mémoire, interconnexion de ces organes entre eux et avec les périphériques, structure de bus et des canaux, modes de dialogue dans les échanges.
Architecture d'un réseau.
Définition des moyens de couplage, des structures de couches, de l'emplacement des nœuds, et des moyens d'échange entre les différents appareils."
(Dictionnaire d'informatique" Guingay et Lauret, Masson Ed 1993)

5 La réflexion sur la sémantique du mot architecture n'est pas nouvelle. Mais en général les auteurs ne raisonnent que dans les limites de ce qui est convenu : l'architecture comme l'art de bâtir. L'article de F. Tomas (voir : " L'architecture : les mutations d'un concept", F. Tomas, in Annuario de Architectura, UM-A, Mexico, 1999) est juste dans sa démonstration que le champ de l'architecture s'est aujourd'hui élargi au-delà du seul bâtiment pour assimiler l'espace public et par là interroger la ville, sous un angle que l'urbanisme n'appréhendait pas. Mais il reste

aveugle aux autres domaines dans lesquels l'architecture est investie, à l'insu des architectes diplômés par le gouvernement, notamment celui des nouvelles technologies.

6 Deux ouvrages rendent compte de ses propositions " Architecting complex systems " ("Systems Architecting - Creating and Building Complex Systems", Eberhardt Rechtin. Prentice Hall 1991 ISBN 0-13-880345-5) qui est assez touffu et explore la question en substance, et " The art of architecting " ("The Art of Systems Architecting (Systems Engineering Series)" Eberhardt Rechtin, Mark W. Maier; Hardcover) qui est plus synthétique et fait appel à des intervenants extérieurs ayant une expérience de l'architecture dans leurs propres domaines. Ce second ouvrage a été co-signé avec M.V.Maier. E.Rechtin s'attache moins à la définition de ce qu'est l'architecture qu'à la définition de la conception architecturale dans les nouveaux domaines de l'ingénierie traitant de systèmes complexes. Pour bien spécifier l'activité qui l'intéresse, il crée un néologisme "Architecting" que l'on pourrait traduire par "Architecturer".

7 On se réfère ici aux définitions données tout d'abord par Von Bertalanffy ("Théorie générale des systèmes" L. von Bertalanffy, Dunod ed. , Paris, ISBN 210 001841 8, 1993) et puis par J.L. Lemoigne ("Théorie du système général", J.L. Lemoigne, PUF, 1976).

8 F.L.Wright parlant des routes américaines écrivait ceci : " A mesure que s'ajoutent d'année en année de nouveaux réseaux routiers, de plus en plus vastes, ils sont plus magnifiquement construits. Je prévois que les routes seront bientôt de l'architecture, elles aussi – comme elles le méritent bien : de la grande architecture. " ("Autobiographie" Frank Lloyd Wright 1943, Traduction Française, Editions de la passion, Paris, ISBN 2-906229-33-4, 1998).

9 L'expression "architecture civile" est utilisée par les anglo-saxons pour désigner l'architecture des constructions qui se distingue ainsi de l'architecture des jardins ou de la ville. Elle est à l'architecture ce que l'ingénierie civile est à l'ingénierie en général, c'est-à-dire un sous-ensemble. Nous reprendrons cette expression à notre compte même si, en fait, "l'architecture civile" distingue, en France, le type de commanditaire par opposition à l'architecture militaire ou religieuse, qui elles aussi traitaient d'édifices.

10 Certains nous opposeront que l'on risque par cette classification de cristalliser le conflit avec l'urbanisme en reconnaissant une architecture à la ville. D'autres ont fait cette proposition avant moi ("L'architecture de la ville", A. Rossi, Paris, ed. de l'Equerre 1966), ("Architecture, vocabulaire de" J.M. Pérouse de Montclos, Imprimerie Nationale ed., Paris, 2e édition 1989). Et si Cerda a inventé l'urbanisme, comme discipline, à la fin du siècle dernier, c'était pour objectiver les connaissances sur la ville et les multiples systèmes qui la forment ainsi que les processus de son évolution. Il n'en reste pas moins que la ville, en tant que système complexe, peut être architecturée au travers de ses formes, même si ce n'est pas selon les même modalités spatio-temporelles que pour un bâtiment.

11 opus cité P6.

12 En France, par exemple, l'UTC (Université Technique de Compiègne) délivre le diplôme d'architecte de systèmes d'information, une formation dispensée par l'IMI (Institut du Management de l'Information créé par l'UTC et situé à Paris).

13 Il existe toujours dans les services de la ville de Paris.

14 Il y a une esthétique en informatique. Entre deux programmations qui parviennent au même résultat, on préfèrera celle dont l'élégance et la pureté sont manifestes.

15 De multiples travaux explorent la relation entre architecture et ingénierie voir : "L'art de l'ingénieur", sous la direction d'A. Picon, Ed. Moniteur, 1997.

16 Voir Page 4 : "Vers une architecture", Le Corbusier, 1924, Flammarion Paris, ISBN :2-08-081611-X, 1995

17 Jean Prouvé, "une architecture pour l'industrie" les éditions d'architecture Artémis, Zurich, 1971, p.30

18 Cette conscience nouvelle sera d'autant plus cruciale que le métier de l'architecte, son art, est aujourd'hui sous la menace du développement des technostructures qui instrumentalisent progressivement les hommes. Ceux-ci perdent leurs responsabilités au profit de rôles fonctionnels et morcelés au sein d'organisations gestionnaires (les grandes entreprises ou les services administratifs par exemple) structurées par l'outil informatique ("L'âge de l'épistémologie ; science, ingénierie, éthique", Anne Françoise Schmid, Kimé ed., Paris, 1998.). Une analyse de la situation anglo-saxonne pourrait nous montrer que de telles technostructures savent se mettre en place dans le domaine de l'architecture.

Stéphane Hanrot, architecte D.P.L.G., Docteur en informatique, H.D.R. en architecture, enseignant chercheur, Ecole GENAU, EASE.

THE IDEA OF ARCHITECTURE

By Stéphane Hanrot

In this article, we have attempted to take a new look at the idea of architecture starting from the way it is used today in computer science, the aviation industry and, more broadly, in systems analysis. We discover, as a result, that both traditional building architecture and the architecture profession can be redefined in new terms which put them at the centre of the renewal in contemporary thought.

Nowadays, we tend to reduce the term "architecture" to buildings alone. We even speak of "this architecture" to designate a building. The argument in favour of recognising civil engineering structures as architecture put forward by B. Lemoine and S. Dewarte in L'architecture et les ingénieurs[1] testifies to the fact that the world of traditional architecture is having trouble broadening its horizons. Yet, historically, the concept of architecture has always encompassed a wider field of objects. "Vitruvius", a contemporary of Julius Cesar, offers testimony to this fact in his ten-volume work on architecture in which he talks not only about buildings but about streets, cities, ports, etc.[2] When Le Corbusier declared: "Happy cities are cities with architecture. There is architecture in the telephone as well as in the Parthenon,"[3] he was trying to show the architects of his time just how far decorative aestheticism and ancient models had made them blind to new human needs, new building techniques and new economic and production conditions. He encouraged architects to open their field to all the new objects being invented in the early 20th century and proposed the foundation for a new aesthetic able to take their technical, social and cultural concerns into account.

We still speak of landscape architecture and naval architecture. Curiously, architecture is also present today in computer science, the aviation industry and the automotive industry. Moreover, having recognised the importance of architecture, these high-tech areas have also acknowledged the specific skills of the architect. Thus, in computer science, we speak of "system architecture" or "software architecture".[4] Some people will understand this merely as an analogy or metaphor for building, but there is a more profound relationship between them. [5] Let us take a look at what the theoreticians of these news fields have to say, particularly H. Rechtin, an engineer who has worked in the area of aviation and taught at USC (University of Southern California).[6]

The architecture of complex systems

Let us focus on the idea of architecture from a systemic point of view, as H. Rechtin suggests. We will admit that a system is composed of an object or structure and a function.[7]

We will begin by admitting four factors of complexity in a system. The first relates to the multiplicity of the parts of which the object is formed. Thus, an aeroplane is a very complex object, since it is made up of a large number of parts which may themselves be considered as complex systems (engine, fuselage, cockpit, etc.). According to this criterion, a computer programme is also a complex object. It is made up of a large number of modules and procedures which are themselves sub-programmes.

The second is that the object belongs to a context. It may even belong to several contexts. Thus, the context of an aeroplane is the airspace in which it navigates and the airports at which it manoeuvres and takes on passengers. The same is true for software. The sites of use may be very different. The same drawing software such as AUTOCAD can be used by a contracting authority to manage buildings, by a design office for technical studies or yet again by an architecture firm for designing. These various players may work with different operating systems such as UNIX or WINDOWS. The software must be able to fit into these different contexts.

The third factor relates to the large number of functions the object must assume. In the case of software, some functions are highly technical, as they set in motion the basic functions of the operating system, and hence the computer, its memories and processors. Some are more complex, such as man-machine interaction through a graphic interface, layer management, etc. Still others are specific to the software, such as calculating perspective or measuring the objects in a project. Software also plays an economic role. Its selling price may not exceed a certain ceiling, given the resources of customers as well as the prices of competitors. Software assumes further symbolic and cognitive functions.

The basic function of an airliner is to carry passengers and

freight from one point to another in air space. That is its practical function, to which other functions, i.e. those required by the personnel - the flight crew, maintenance crew, the air traffic controllers, the firemen and other safety services - must be added. Some functions are by nature highly technical (ensuring a certain degree of finesse, stability, cabin pressure, resistance, etc.). Other are, by nature, more subjective. An aeroplane is a symbol of the technical prowess of human society, and is taken as a sign of its development and wealth or its power (military planes). It assumes a cultural and social function. Finally, some functions come strictly under the heading of aesthetics: the overall lines of the aircraft and its shape refer to the notion of beauty. There is an aesthetics proper to supersonic aircraft of which the Concorde is the paradigm.

Generic definition of architecture

What is the architecture of a complex system? We propose the following definition: "Architecture is a principle whereby the parts of an object form a whole allowing and co-ordinating the accomplishment of the various system functions in the context(s) to which the object belongs for the duration of its life span."

Thus, architecture is neither the object itself, nor a function, but a quality inscribed in time. Now, let us apply this to aircraft and to software:

The architecture of an aeroplane is expressed in the composition of its various parts (fuselage, wings, engines) and sub-parts, and by the co-ordination of the various functions it has to assume in the air and on the ground, for the aeroplane's life span of about twenty years.

Software architecture may also be understood as the composition of its various parts (modules, procedures) and sub-parts, allowing it to assume its various functions in the domestic and professional contexts in which it is put to use, for a life span that can be very long.

Building as a complex system

Let us accept this very generic definition of architecture. Does that make a building a complex system?

A building is made up of a great number of parts (stories, rooms, elevations, walls, floors, bricks, etc.) which define shapes and spaces. It also belongs to a context which may be urban, suburban, rural or natural. It takes on a wide range of functions, serving cultural, comfort, mechanical, building and heating purposes. It has a life span that begins with a brief and continues through its design, construction and use, all the way to its destruction. Thus, as a complex system, we recognise that it has "an architecture which serves as the principle underlying the composition of its various parts and the arrangement of its shapes and spaces, allowing its numerous functions to be accomplished in the urban, suburban, rural or natural context in which it is ultimately placed for a life span that may last several thousand years."

Intuitively, we can distinguish buildings from aircraft and software systems with regard to a few decisive points. Buildings belong to the world of things directly perceptible by human beings, which is also true for aeroplanes but is not true for software. Building are set permanently in their context, whereas aeroplanes move. Buildings are characterised by shapes and interior or exterior living areas, which is true for aeroplanes but not for software. Buildings are part of the conditions of everyday life for people and for society in all-encompassing, lasting terms to which neither aeronautics nor computer science can lay claim. Finally, these various objects are subject to in situ building processes, which is true neither for aircraft nor for computers. We could point out other differences, but these are particularly characteristic ones.

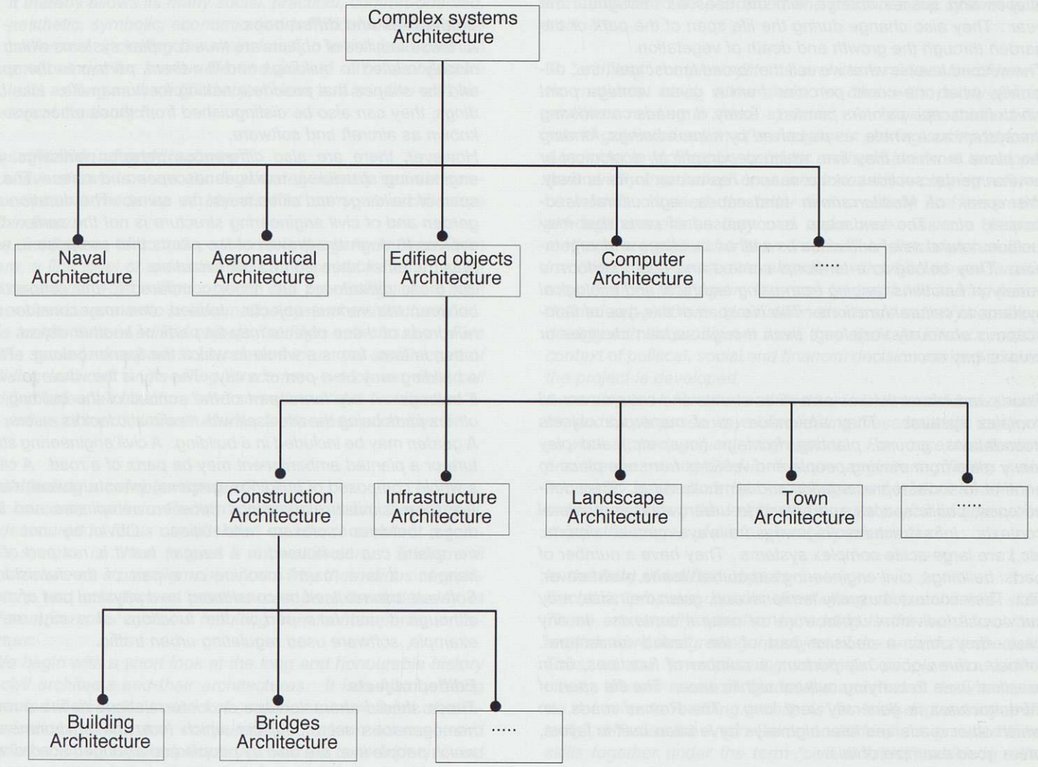
Civil engineering structures, roads, the landscape, the city as complex systems

One may then wonder if buildings are the only type of complex system that possesses these characteristics. Obviously, the answer is no. The list could be lengthened to include civil engineering structures, landscapes as well as city roads and major infrastructures. Let us examine this in detail.

The ordinary meaning of civil engineering structures includes, among other things, bridges, tunnels, supports, noise barriers, dams, etc. They are made up of many parts characterising shapes and spaces. A bridge is made up of approach works, abutments, foundations, piers and a deck. It is characterised by interior and exterior shapes and spaces. It is placed in a context once and for all and performs a variety of functions for human use, from vehicle traffic to stability, as well as serving as a technical and cultural symbol. It is recognised as having aesthetic qualities. Its life span varies. Some civil engineering structures date back several centuries.

Landscapes are complex systems at two levels. The first involves parks, gardens and squares, in short, every well-defined spatial thing made up primarily of ground and planting. This type of edified object belongs to a context and take on a variety of functions: human uses, collective and social representations, cultural signs and symbols. It also assumes technical functions,

Taxonomy of architectures : the object is the discriminating criteria.



Architecture of complex systems can be specialised in naval, aeronautical, edification, computer architectures.
Architecture of edified objects can be distinguished from the others because the objects are fixed in the context and because they define spaces and shapes dedicated to human life. The edified objects's architecture can be again specialised.
In the end it appears that building's architecture is a particular case of architecture.
NOTA : Modelisation according to EXPRESS-G conventions.

such as rainwater retention and environmental functions. It may have a long life span. Unlike rigorously built edified objects such as buildings and civil engineering works, parks and gardens are open-ended, due to the plants of which they are composed. The shapes and spaces change with the seasons throughout the year. They also change during the life span of the park or the garden through the growth and death of vegetation.
The second level is what we call the "broad landscape", i.e., originally, what one could perceive from a given vantage point which landscape painters painted. Today, it means considering the system as a whole, as perceived by human beings, forming the place in which they live, which geographical, ecological or environmental sections alone cannot reproduce in its entirety. We speak of Mediterranean landscapes, agricultural landscapes, etc. The landscape is composed of parts that may include natural relief and cities as well as buildings and vegetation. They belong to a territorial context and again perform a variety of functions ranging from using technical and ecological systems to cultural functions. The life span of this type of landscape is obviously very long, even though sudden changes or breaks may occur.

Roads and infrastructures as well as streets and squares are all complex systems. They are made up of numerous objects (foundations, ground, planting, frontage lines, etc.) and play many roles from moving people and vehicles from one place to another to social representation and symbolic value. They define open, public spaces and belong to urban, rural and natural contexts. Infrastructures (highways, railways, canals, airports, etc.) are large-scale complex systems. They have a number of parts: buildings, civil engineering structures, roads, plant cover, etc. Their context is usually territorial and, given their size, may cut across individual urban, rural or natural contexts. In any case, they form a decisive part of the "broad landscape". Infrastructures obviously perform a number of functions, from practical uses to carrying cultural significance. The life span of infrastructures is generally very long. The Roman roads, on which other roads and later highways have been built in layers, are a good example of this.

The city in its variety of manifestations is also a highly complex system, no doubt one of the most complex of all edified objects. It is made up of many parts: neighbourhoods, blocks, plots, trunk roads, open areas, parks and gardens, infrastructures, etc. These different parts determine urban shapes and spaces. The city belongs to a context formed by a geographical territory and it performs numerous functions including human habitation, the representation of political power and the technical functions of energy flows. It performs cultural functions and is recognised as having aesthetic value. Its life span is generally very long and it survives most of the parts which make it up.

Similarities and differences

All these families of objects are thus complex systems which are closely related to buildings and like them, pertain to the space and the shapes that provide a setting for human life. Like buildings, they can also be distinguished from those other systems known as aircraft and software.
However, there are also differences between buildings, civil engineering structures, roads, landscapes and cities. The life span of buildings and cities is not the same. The duration of a garden and of civil engineering structure is not the same. One evolves through the growth of the plants that compose it, whereas the other shows only slow evolution.
Yet these differences are minor compared to the connections between the various objects. Indeed, one may consider that hundreds of these objects may be parts of another object. The latter, in turn, forms a whole to which the former belong. Thus, a building may be a part of a city. The city is the whole to which it belongs. A city forms part of the context of the building, the others parts being the site itself with its climatic factors, users, etc. A garden may be included in a building. A civil engineering structure or a planted embankment may be parts of a road. A city is a whole composed of buildings, gardens, infrastructures[8], etc.
Are there similar relationships between aeroplanes and buildings, between software and cities. Obviously not. An aeroplane can be housed in a hangar, but it is not part of the hangar. It is a "user" machine or a part of the furnishings. Software cannot itself be considered as a physical part of a city, although it can take part in the functions of a city, as, for example, software used regulating urban traffic.

Edified objects

These shared characteristics and interrelations define a rather homogeneous set of objects which form the environment in which people live, are built by people and arranged according to an architecture. It is therefore judicious to group them together into a single family to distinguish them from the others. We propose to call this family "edified objects".
An edified object is a process and an object which permanently belongs to a context and is characterised by shapes and spaces forming the environment of human and social life. Every edified object, insofar as it is a complex system, is presumed to have an architecture.

On this basis, we can arrive at a definition of architecture

> "The architecture of an edified object belonging to a specific context, forms, by composition of a whole with its various parts, the shapes and spaces as well as their arrangement. It thereby allows its many social, practical, comfort-oriented, aesthetic, symbolic, economic and technical functions to be performed, including the main function which is to offer an environment for human life and society. The architecture lasts as long as the edified object does and is in line with historical continuity."

Classification of architectures

We have shown how we can legitimately identify various complex systems made up of objects that carry an architecture within them.
The architecture of complex systems is the generic class.From there, a first level of specialisation can be established in which the architecture of edified objects can be distinguished from other naval, aeronautic or information system architectures.
The architecture of edified objects itself has sub-classes. Five of the same rank appear to be relevant to us: the architecture of building and civil engineering structures - which we shall call "edified object architecture" and sometimes "civil architecture"[9] - as well as of roads, infrastructures, landscapes and cities.[10]

Architecting a complex system?

Let us come back to Rechtin's proposal which, if we recall, endeavoured to focus our attention on how to architect a complex system, i.e. how to give it an architecture. Taking civil architecture as a paradigm, he shows why the notions of architecture and architectural practice can be extended today to different complex systems resulting from contemporary architecture.
" We begin with a short look at the long and honourable history of civil architects and their architectures. It is a history being repeated in decades instead of centuries in new fields of communications, aerospace, computers, information sciences, and related engineering disciplines. As was the case with civil and naval architects before them, the new
architects emerged when engineering problems became too complex to be solved by analysis alone. In today's parlance, single-variable optimisation and multivariable trade-offs, while necessary, were not sufficient. When the
problems included technology, economics, policy, politics, and psychology, striving for deterministic, much less optimum, solutions became a waste of time and energy. A different, more intuitive, approach was needed if
satisfactory solutions were to be found within a reasonable time and cost. The historical, and still valid, approach was Architecting – that combination of arts and science that specifies the functions to be performed and describes the system to be built. " [11]

To "architect" complex systems, architects makes use of heuristic methods which allow them to deal with poorly-defined problems relating to these systems. An heuristic method is a rule to guide the action of a designer in solving such problems. According to H. Rechtin, heuristic methods are more developed than strictly "normative" ones which consist in copying reference models. Indeed, the latter limit creativity and innovation, although sometimes they can make work easier. Heuristic methods are also richer than "rational" or procedural methods involving a step-by-step development with which we are familiar, even though, here again, they can be helpful in solving a well-defined sub-problem. Heuristic methods are not only capable of dealing with the problem in itself, they also take into account the context of political, social and financial decision-making in which the project is developed.
According to H. Rechtin, architecture is both an art and a science, and he proposes ways of validating these heuristic methods, as well as pedagogical programmes. For, once architectural practice was recognised in the new engineering fields, it was necessary to structure this knowledge and teach it to others in order to cut down the length of the usual period of apprenticeship in the course of professional experience.[12]

In the field of edified objects

Rechtin's proposal entails questioning the architect's skills. These are usually specified by adding to the word "architect" another word designating the object of the architect's speciality. Thus, we call "town planning architects" people who work on cities. We still speak of "landscape architects". In France, we do not refer to "building architects" or "civil engineering architects", whereas the Anglo-Saxon countries have grouped these skills together under the term "civil architect", which is rather convenient. In any case, the use of the generic term "architect" for building designers in France is improper. In addition to designating a speciality, another reason for combining it with "civil" is to be able to recover certain fields of architectural practice that have disappeared and which could be implemented anew. Thus, until the beginning of the 20th century, architects working on the road system were called "road-architects" and they held extremely important positions in city administration.[13]

There is continuity between the types of edified object in terms of practice and knowledge, to which the dual skills of many architects or teams of architects testify. One can be a both a town planning architect and a building architect, or a landscape architect and a town planning architect. Specialisation is often necessary, however, as so much specific knowledge and training is required in each field of practice.

Training in architecture and in practice

One might think that training for edified object architecture should involve a common body of knowledge that branches out into specialisation depending on the types of objects chosen. Indeed, this is the case of much training in Europe. The programme at the School of Architecture of Delft in Holland is remarkable in that, after a common core syllabus, students can specialise in building, town planning or landscape. The same system is used in Karlsruhe in Germany. In France, the fragmentation of training between the various schools and universities does not facilitate this kind of consistency. Rather, it leads to emphasising power struggles between various corporatist influences, beginning with teachers.

One might ask whether training in edified object architecture could be combined with training in other complex system such as computers or aircraft. Since specialisation in a particular type of edified object is often required, clearly it will be all the more necessary when moving from one complex system to another. Indeed, it is highly improbable that one could be a good building architect and a good information system architect or aircraft architect at the same time. On the other hand, these players no doubt share the same basic knowledge and skills. It would be interesting to compare the research and teaching methods developed in each of the fields of architecture. The position of the architect in relation to the engineer is a topic for serious thinking. Let us take a closer look at it.

How do architects and engineers complement each other?

In the fields that interest H. Rechtin, architects and engineers complement rather than compete with each other. Engineers have knowledge and specific methods pertaining to a particular function, which can often be verified by calculation or using specific digital models. On the other hand, architects are engineers who have succeeded in transcending their own area of specialisation to acquire knowledge in the other fields of engineering relating to the complex system involved and developing heuristic methods to design and pilot the project. The architect's knowledge of each function and of the particular systems is not necessarily very detailed, but it is sufficient to understand the issues proper to specialised engineers and to join the various fields together in a synthetic design. The decisive knowledge is precisely concerned with joining and creating interfaces between specialised fields. Architects are also able to impose a project approach, in spite of many uncertainties and often poorly-formulated problems. They also know how to think about fields of non-objective knowledge which call for sensitive and aesthetic qualities specific to the fields themselves.[14]

In the field of constructed things

In the field of edified objects, the relationship between architects and engineers is not always as clear-cut as in computer science or aviation. In this basic field of human endeavour, "Vitruvian" architects preceded engineers, or, at least, the architect and engineer were the same person. Engineering in the 18th and 19th centuries introduced new working methods which greatly expanded our knowledge and technical possibilities.[15] But the introduction of these new skills called the role of the architect into question. Without going to back very far in history, let us see how some of them expressed their malaise concerning the specific features of architecture as opposed to engineering.

It is symptomatic that Le Corbusier criticised architects in his work "Vers une architecture" in the face of the obvious technical feats of engineers and sought to specify the particular features of architecture in the field of personal, sensitive, plastic aesthetics.

"Engineering aesthetics and Architecture are two consecutive things in a relationship of solidarity, the first is enjoying rapid development and the second is in painful regression.

Engineers, inspired by the laws of economics and guided by calculations, make us agree with the laws of the universe. They achieve harmony.

Architects, through the organisation of forms, produces an order that is a pure creation of the mind; through forms, they intensely affect our senses, giving rise to plastic emotions; by the relationships architects create, they awaken a deep resonance within us, they give us the measure of an order we feel to be in agreement with that of the world, they determine various movements of our minds and hearts: that is when we experience beauty." [16]

Engineers have also had trouble situating these two players in relation to each other. A few years later in 1971, Jean Prouvé said:

"There are people with engineering training who are unquestionably great architects. The opposite also exists: no one actually believe that architects can only be building designers. This question arises because it is necessary to debate the position of the architect in front of engineers, which is serious. My opinion is precisely that the question should not arise."[17]

One might well imagine H. Rechtin countering these two opinions by noting that, while engineers usually limit their scope of design solely to the technical systems they master, others are able to widen their vision to include non-objective considerations relating to human beings, emotion and beauty. They become architects through this ability to synthesise, by controlling shapes and spaces. As the offspring of engineering, architects must therefore be able to transcend their own fields of technical skill to include cultural and aesthetic points of view which question, through the form of edified objects, the "meaning" that human beings give to life and to society. On the other hand, those who are trained to be architects must not neglect the knowledge of the various practical, technical, operating and economic functions of architectural objects, nor hide behind the cult of pure aesthetics. By learning to explore these facets and understanding how they can be combined and co-ordinated, the architect becomes a genuine player in the synthesis of form and not an "edified object designer".

Architecture emerges as a means of approaching and conceiving of the complexity of certain systems. This distinction between what comes under the heading of architecture as the quality of an object and architecture as a practice centred on the designs and projects, is essential.

The reconnaissance of the wide field of objects leads us to focus on what characterises architecture as a fundamental principle. By bringing out the complementary contributions of engineers and architects to these various fields, it becomes clear that each one has a role to play without replacing the other.

Rechtin's work is of interest because it shows us that what is usually criticised in the traditional field of building - the function of the architect - is viewed by high-tech industries that have already exhausted certain traditional engineering methods as a new solution to control the complexity of projects and give them "meaning".[18]

If the architects in the traditional areas of building could take advantage of what is happening in the new fields of engineering, they would undoubtedly recover their social and economic legitimacy. Their discipline would no longer form a tight block of resistance huddled up over its past, but would instead become a part of this broad movement of contemporary thought.

Conversely, architects must examine their skills, their training and their professional organisation to find out whether or not they are adequate for the role they should be playing. Similarly, they should develop their knowledge of the architecture of edified objects to be able to master design in the contemporary context. Both of these are enormous topics for research.

[1] See L'architecture et les ingénieurs, S. Descarte and B. Lemoine. Moniteur ed. Paris, 1997. ISBN: 2.281.19099.4.

[2] Les dix livres d'architecture, Vitruvius, translated into French by Perrault, 1663, corrected by Dalmas. Errances ed., 1986.

[3] See page 7: Vers une architecture, Le Corbusier. Flammarion ed. Paris, 1924. ISBN 2.08.081611.X, 1995.

[4] Hardly a day goes by without a job advertisement in the French daily newspaper Le Monde for an information technology or multimedia architect. Billionaire Bill Gates could find no better title for himself than "head architect of Microsoft software"! Clearly, architecture has been a genuine part of information technology since the 1970s.

In the dictionary of sciences by M. Serre and N. Farouki, the article on "machine architecture" states: "If we are to believe the etymologies, originally an arckitecktôn in Greek was a carpenter or a ship builder. Today, the modern machine architect is still a sort of carpenter who erects the frame of the computer by specifying the nature of its components, their arrangement and their mutual connections." (Le Trésor. Dictionnaire des sciences, Michel Serre et Nayla Farouki. Flammarion ed: Paris, 1997. ISBN 2.08.035108.7.)

Finally, here is a definition taken from a dictionary of computer science:

System architecture. Arrangement of the devices of processing, memory, connections between these devices and peripheral devices, bus and highway structure, mode of dialogue in interchange.

Network architecture.

Definitions of coupling units, layer structure, node location and methods of interchange between the various devices."

(Dictionnaire d'informatique. Ginguay and Laret. Masson ed., 1993.

[5] Reflecting on the semantics of the word "architecture" is nothing new, but in general, those who write about it stay within conventional limits, i.e. architecture as the art of building. The article by F. Tomas (see "L'architecture: les mutations d'un concept" by F. Tomas in Annuario de Architectura. UM-A, Mexico, 1999) correctly demonstrates that the field of architecture today extends beyond building alone to include public spaces, thereby questioning the city from a vantage point that town planning could not adopt. But it remains blind to the other fields into which architecture has moved, unbeknownst to architects with State diplomas, particularly that of new technologies.

[6] Two works give an account of his proposals for "Architecting complex systems" (Systems Architecting - Creating and Building Complex Systems, Eberhardt

Rechtin. Prentice Hall, 1991. ISBN 0.13.880345.5) which is rather dense and offers an in-depth exploration of the question, and "The art of architecting" (The Art of Systems Architecting (Systems Engineering Series), Eberhardt Rechtin, Mark W. Maier; Hardcover) which is more succinct and calls upon people outside the profession with experience of architecture in their own fields. The latter book is co-signed with M. V. Maier. E. Rechtin is less concerned with the definition of architecture itself than with the definition of the concept of architecture in the new fields of engineering dealing with complex systems. To make clear the activity in which he is interested, he created the neologism "Architecting".

[7] Here we are referring to the definitions given initially by von Bertanlanffy (Théorie générale des systèmes, I. Von Bertalanffy, Ed. Dunod: Paris, 1993. ISBN 210 001841 8) and then by J. L. Lemoigne (Théorie du système général, J. L. Lemoigne. Paris: PUF, 1976).

[8] Writing about American roads, Frank Lloyd Wright declared: "As new, ever-wider road networks are added on year after year, they are being built more magnificently. I predict that roads, too, will soon be considered architecture - as they should be: great architecture."

[9] The expression "civil architecture" is used by English speakers to denote the architecture of edified objects as opposed to the architecture of gardens or the city. It is to architecture what civil engineering is to engineering in general, i.e. a subset. We will adopt this usage even though, in France, the term "civil architecture" denotes in fact the type of contracting authority as opposed to military or religious architecture, which also deal with edifices.

[10] Some people may object that in using this classification we run the risk of crystallizing the conflict with town planning by recognizing the existence of city architecture. Other have adopted the same approach before I did (L'architecture de la ville, A. Rossi. Ed. de l'Equerre: Paris, 1966), (Architecture, vocabulaire de, J.M. Pérouse de Montclos. Imprimerie Nationale, 2nd ed. Paris, 1989). If Cerda invented town planning as a discipline at the turn of the last century, it was in order to objectify knowledge about cities and the multiple systems that form them, as well as the processes of their evolution. Nevertheless, the city, as a complex system, may be "architected" through its shapes, even if this is not done with the same spatial and temporal methods used in building.

[11] Op. cit., p. 6.

[12] In France, for example, the UTC (Université Technique de Compiègne) awards a degree in information system architecture, for training given by the IMI (Institut du Management de l'informatique) set up by the UTC and located in Paris.

[13] The services of the City of Paris still exist.

[14] Aesthetics exist in computer science. When the outcome of two programs is the same, preference is given to the most elegant and pure.

A number of works explore the relationship between architecture and engineering. See L'art de l'ingénieur, under the direction of A. Picon. Ed. Moniteur, 1997.

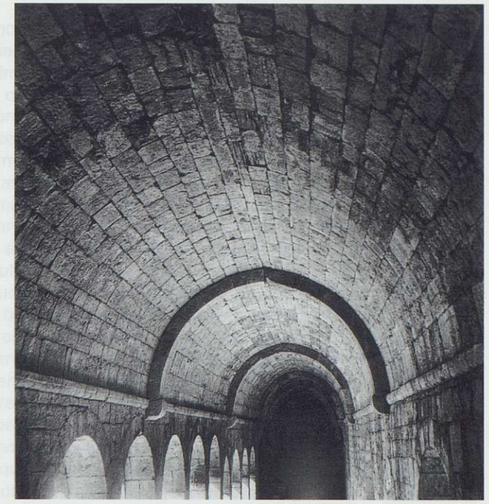
[16] See page 4: Vers une architecture, Le Corbusier. Flammarion. Paris, 1924. ISBN: 2.08.08.1611-X, 1995.

[17] Jean Prouvé

[18] This new awareness is all the more crucial as the architect's trade or art is threatened today by the development of techno-structures which gradually instrumentalise people causing them to lose their responsibilities and assume fragmented, functional roles in computer-structured management organisations (e.g. large firms or civil service administrations) (L'âge de l'épistémologie: science, ingénierie, éthique, Anne Françoise Schmid. Kimé ed. Paris, 1998). An analysis of the situation in Anglo-Saxon countries might show us that such techno-structures can be implemented in the field of architecture.

Stéphane Hanrot, architecte D.P.L.G., Docteur en informatique, H.D.R. en architecture, enseignant chercheur, Ecole GENAU, EASE.

Lucien Hervé notre ami et collaborateur, dont on a fêté les 90 ans dans le numéro précédent reste dans l'actualité. En effet, c'est à la galerie Agnès b, 44 rue Quincampoix Paris 4ème ou encore à la galerie Camera Obscura que l'on a pu admirer pendant le mois de décembre son travail de photographe.
Si il est le grand photographe d'architecture que l'on connaît il n'en est pas moins artiste de talent, et les deux ouvrages à paraître chez Phaïdon en mars 2001 sur les prises de vue de l'abbaye du Thoronet et la monographie au Seuil en octobre 2001 nous permettrons d'en être convaincu.
Ainsi comme l'énonce, dans le Monde du 01 décembre dernier, Michel Guerrin dans un article titré "Lucien Hervé, photographe géomètre" nous sommes convaincus de l'intérêt de l'élaboration d'une rétrospective de premier plan qui serait à même de réconcilier l'artiste avec le milieu de l'art et de saluer une remarquable carrière. J. Ma



Abbaye du Thoronet

Un regard sur Paris

LES 4 DE DELFT

Professor Alexander Tzonis
Director of Design Knowledge Systems Research Center
Delft University of Technology

Les articles qui suivent sont une émanation des recherches menées actuellement par le Centre de recherche sur les systèmes de connaissance de la conception (Université de technologie de Delft), et qui portent sur les aspects de l'informatique cognitive en architecture.
Le Centre propose une recherche multidisciplinaire et un programme pédagogique de pointe, qui visent à améliorer la théorie de la conception et ses applications par l'approfondissement des connaissances en matière de création. Celle-ci est considérée comme un processus cognitif intégré dans une pratique sociale et culturelle. Le Centre encourage le développement de nouveaux outils de création, qui favorisent une pratique créative poussée, à l'intérieur d'un cadre multiculturel. Pour atteindre ses objectifs, le Centre réunit, à l'intérieur d'un même cadre, des recherches en matière de science cognitive, d'informatique et d'études historico-culturelles. Les projets de recherche sont supervisés par de l'Université de technologie de Delft et par des experts internationaux appartenant à des universités associées, qui se trouvent dans divers pays étrangers. Les membres du Centre sont des enseignants et de chercheurs confirmés, de jeunes chercheurs ayant réussi leur thèse et des candidats au doctorat de philosophie. Le Centre de recherche sur les systèmes de connaissance de la conception a été créé en 1985.

The following articles are the results of an ongoing research carried out in DKS (Design Knowledge Systems Research Center) at the Delft University of Technology, focussing on computational cognitive aspects of architecture.
Design Knowledge Systems Research Center offers a multidisciplinary research and advanced education program established to improve design methods and theory through better understanding of designing as a cognitive process embedded in social, cultural practice. The Center emphasizes the development of new design tools to enhance sustainable, creative design practice within a multicultural framework. To achiveve these goals, the Center combines investigations into cognitive science, computational science, and cultural-historic studies within a unique framework. Research projects are supervised by faculty of the Delft University of Technology and international experts from collaborating universities around the world. Members of the Center are senior educators and researchers, junior post-doctoral researchers, and Ph.D. candidates. Design Knowledge Systems Research Center was founded in 1985.

LE ROLE DE LA VISUALISATION INFORMATIQUE EN ARCHITECTURE

Une évolution du paradigme de la pratique architecturale.

Par Predrag Sidjanin

Cet article porte essentiellement sur la recherche d'un outil de conception architecturale associé à l'analyse et au contrôle visuel de l'environnement urbain. Cet outil a pour fonction d'améliorer la conception des environnements urbains et architecturaux en permettant d'analyser et de changer les environnements urbains existants et planifiés en fonction de critères de qualité, notamment de critères visuels, de cartographie cognitive et d'orientation.
Le cadre théorique de l'outil repose sur la théorie de conception, la science cognitive et l'informatique, la théorie de conception et la science cognitive étant utilisées pour développer le modèle théorique de l'outil qui, avec l'informatique, forme la base du modèle conceptuel de l'outil.
Les conditions de définition de la fonction de l'outil de conception reposent d'une part sur l'identification des éléments urbains "bien situés" et de leur impact sur la cartographie cognitive et d'autre part sur l'application de ces informations à la cartographie cognitive pour améliorer les environnements urbains. Une conception urbaine qui tient compte du processus de cartographie cognitive peut être appréhendée de la même manière par la plupart des individus. L'analyse de ce processus permet de produire un modèle théorique des éléments des environnements urbains et d'identifier leurs relations et leurs dépendances.
L'outil , vu sous l'angle de la théorie de la conception, fait appel à une représentation schématique de l'environnement basée sur la théorie de la "forme urbaine" de Kevin Lynch (1960) et au concept de "cartographie cognitive associée". L'investigation des environnements urbains et de leurs caractéristiques est essentielle à la modélisation théorique et conceptuelle. Le processus de reconnaissance des objets fonctionne indépendamment des autres modules de l'outil. Cette reconnaissance repose sur la science cognitive et les techniques. La vision informatique (Maar, 1982) et la "vision de haut niveau" (Ullman, 1996) sont les principales théories et techniques mises en oeuvre pour la reconnaissance informatique. L'instrument informatique, essentiel à l'outil de conception, correspond à une base de données orientée vers l'objet. Cette base de donnée permet de représenter et de traiter tous les éléments urbains en tenant compte de leurs propriétés, de leurs relations et de leur sémantique naturelle. Les informations définies dans la base de données servent à analyser les environnements urbains pour les améliorer et contrôler leur qualité visuelle.
L'outil à trois objectifs : analyser et contrôler les qualités visuelles de l'environnement urbain, répondre aux conflits entre les barrières visuelles et spatiales et faciliter la prise de décision au cours de l'élaboration de la conception. Le concepteur peut intervenir à l'aide de l'outil et peut changer les critères de qualité en fonction des besoins. Cet outil constitue une plate-forme ouverte pour l'introduction et l'extension d'applications informatiques spécifiques, telles que l'utilisation directe de fichiers de données spatiales S.I.G. (Système d'Informations Géographiques) ou D.A.O. (Dessin Assisté par Ordinateur). Une base de données orientée objet permet d'intégrer des données multimédia et l'outil de conception permet d'exploiter les données multimédia.

Cognition de l'environnement urbain

Cet article explique principalement le rôle de la *théorie de la forme urbaine* de Kevin Lynch, décrite dans l'ouvrage " Image of the City " (1960), dans notre recherche. Ce document occupe une place essentielle dans la littérature relative à *l'esthétique des villes* puisqu'un grand nombre de nouvelles théories ont été élaborées à partir de cet ouvrage. La théorie de la perception cognitive de l'environnement urbain, notamment la cartographie cognitive, dans les domaines de la représentation spatiale et de la psychologie cognitive, est également essentielle à notre recherche.
La théorie de la forme urbaine appliquée à notre recherche est décrite brièvement à la figure 1 (p.36-37). Ce schéma montre les relations existant entre les individus et leur environnement. Les individus sont divisés en deux catégories : concepteurs et utilisateurs.
Le schéma montre trois catégories principales liées à l'environnement : la conception urbaine, l'environnement urbain et l'utilisation de l'espace urbain.
Ce schéma représente également un modèle simplifié du processus d'interaction urbaine hiérarchisée. Le processus d'interaction débute par des informations réelles et le processus

de créativité en tant que phénomène psychophysique dans le domaine de la conception. Les informations réelles, appelées ici système d'information conceptuelle, qui correspondent à des informations associées qui complètent le processus de créativité, sont les données intégrées au processus de conception, telles que les données d'étude, les données spatiales, les données statistiques, les données descriptives, etc. Le processus de créativité entre dans le cadre de l'amélioration d'un environnement urbain existant ou d'un nouvel environnement urbain. Ce processus ne se limite pas à aux considérations urbaines, mais prend également en compte les individus qui doivent évoluer dans l'environnement urbain qui leur est destiné. Par exemple, il est souvent nécessaire d'adopter une approche de conception différente selon les individus concernés. Des diverses théories de conception développées au cours des années, il ressort que le transfert des informations s'effectue harmonieusement.

A partir de la connaissance des informations de transfert d'informations et du processus de conception, les urbanistes peuvent créer de nouveaux produits finals dans l'environnement urbain. Le nouvel environnement urbain ou l'environnement amélioré interagit avec les utilisateurs ; les individus qui transitent dans l'environnement urbain et l'utilisent. Les individus utilisent l'environnement différemment et leur interprétation mentale de l'environnement ou leur familiarité avec cet environnement correspond à un processus de conception *cartographie cognitive*. La cartographie cognitive et le comportement des individus dans l'environnement favorisent leur déplacement intuitif et leur orientation dans l'environnement.

Le processus d'interprétation mentale de l'environnement urbain, à savoir la *cartographie cognitive* interagit indirectement avec les concepteurs et leur processus de créativité et directement via un processus de prise de décision ; les individus mettent en oeuvre leur interprétation de l'espace et leur connaissance dans le processus de conception urbaine.

Dans l'angle supérieur gauche du schéma figure le processus d'analyse de l'environnement urbain (système d'information conceptuel) et sa mise en oeuvre dans le processus de conception créatif. Il s'agit d'un processus qui permet aux concepteurs de déterminer le caractère de l'information et les éléments de l'environnement urbain existant. La partie inférieure du schéma contient la syntaxe et la taxonomie des éléments urbains présentées comme sémiologie de la forme urbaine. La sémantique de la forme urbaine entre dans la forme urbaine, sa signification étant représentée dans la partie droite du schéma.

La *théorie de forme urbaine* de Lynch se trouve dans la partie droite du schéma. Elle décrit les éléments de l'environnement urbain et leurs corrélations et introduit le concept de *cartographie cognitive* des individus qui évoluent dans un environnement urbain spécifique.

Cette étude se limite à la partie supérieur du schéma. L'étude peut améliorer la connaissance cognitive du processus de conception en intégrant l'interprétation mentale des environnements urbains des utilisateurs. Cette étude va permettre de produire un outil de conception assisté par ordinateur constitué d'un système d'assistance à la conception et d'un système de prise de décision (D.S.S.).

Concept de base de la théorie de Kevin Lynch

Comme indiqué précédemment, la *théorie de la forme urbaine* de Lynch se trouve dans la partie droite du schéma de la figure 1. Analysons séparément cette partie dans la figure 2 (p 36-37). La théorie de Lynch repose sur quelques éléments essentiels : l'environnement urbain, les utilisateurs et la cartographie cognitive. Lynch établit la transition entre le monde physique réel de l'environnement, via les utilisateurs de l'environnement, et le monde psychologique de l'interprétation de l'environnement par l'utilisateur appelée *cartographie cognitive.*

Dans son ouvrage "*Image of the City*" (1960), Lynch définit *l'environnement urbain* sous la forme d'un système complexe d'interactions entre les individus, la végétation, les objets, les véhicules, les monuments, les services, les structures de prestiges, l'air et le ciel. Cette interaction représente le "modèle perceptuel de la ville" appelée "qualité organoleptique". Dans sa définition, Lynch décrit deux éléments importants qui précisent l'ensemble de la théorie : les éléments physiques de la ville et les sens psychologiques ou de perceptions.

Il est nécessaire de distinguer les éléments physiques des éléments naturels et fabriqués. Les éléments naturels sont l'air, le ciel, les cours d'eau, les lacs, les plans d'eau etc., à savoir tous les éléments qui existent dans la nature et qu'utilise l'Homme et qui interviennent dans ses "éléments fabriqués". Les éléments fabriqués sont les infrastructures, les objets, les véhicules, les avions, etc., à savoir tous les objets que l'Homme fabrique intentionnellement et qui existent physiquement dans l'environnement sous forme d'objets statiques ou dynamiques. Conjointement, les éléments naturels et fabriqués ont des caractéristiques communes, telles que couleur, odeur, bruit, chaleur, etc., qui créent le modèle de perception de l'environnement urbain.

Dans la première page de son ouvrage "*Image of the City*", Lynch décrit l'utilisateur comme un *citoyen* qui "a établi de longues relations avec des parties de la ville et dont l'image baigne dans des souvenirs et des significations". Il décrit ensuite les utilisateurs comme des "éléments mobiles de la ville et indique que les individus et leurs activités sont aussi importants que les parties physiques statiques de la ville" (ibid. p.1)

La qualité de perception et sensorielle de l'environnement urbain reflète l'esprit humain de bien des manières. L'être humain *reconnaît* l'espace et l'espace urbain par la réflexion des formes, de la lumière et de la distance. L'être humain *s'oriente* dans l'espace par rapport aux *éléments* et aux *formes*. L'être humain "*interprète mentalement l'espace*" en mémorisant les éléments de l'espace et des modèles. Ce processus est défini comme étant les cartes mentales ou "cartographie cognitive". Dans cette étude nous emploierons le terme *cartographie cognitive,* généralement utilisé en psychologie .

Kevin Lynch décrit ces trois éléments dans les premières pages de son oeuvre. Il a été le premier auteur à décrire précisément les éléments urbains et les formes et à introduire le concept de "cartographie cognitive". Sa théorie intègre les éléments physiques et psychologiques, ce qui constitue une nouvelle approche par rapport aux théories d'architecture urbaine de l'époque.

Théorie de Lynch

Kevin Lynch établit une relation existante entre la structure d'une ville et les processus cognitifs des individus. Les images environnementales proviennent d'un processus bidirectionnel entre l'observateur et l'environnement dans lequel l'observateur sélectionne et organise un certain nombre de caractéristiques de l'environnement et leur donne une signification. Ces caractéristiques fournissent les points centraux sur lesquels reposent les images urbaines. Les points centraux font office de nœuds d'orientation pour les individus et la précision de l'emplacement de ces points et/ou places détermine la précision générale des images conceptuelles.

La théorie de Lynch, appelée généralement "Théorie de la forme urbaine" définit deux nouveaux éléments de connaissance importants de l'environnement urbain. Tout d'abord, il définit cinq éléments de l'environnement urbain (caractéristiques physiques du monde réel), puis il présente le concept de *cartographie cognitive* (interprétation psychologique ou monde subjectif).

La figure 3 (p. 36-37), est une version améliorée du schéma qui comporte ces nouveaux éléments qui forment l'environnement urbain physique et des formes qui transforment l'image de l'environnement en processus psychologique des utilisateurs.

Nous allons examiner l'explication que donne Lynch de ses quatre catégories d'images de l'environnement urbain et des cinq éléments de l'environnement urbain qui constituent les images de la cité.

La qualité visuelle d'un environnement urbain de la théorie de Lynch fait référence aux éléments physiques de l'environnement et à l'image mentale des citoyens (utilisateurs). Les utilisateurs perçoivent un environnement urbain en le fragmentant en éléments et formes. Toutes les perceptions sont différentes et spécifiques et liées à la connaissance ou à l'expérience de l'utilisateur ou à sa familiarité avec le site urbain. Pratiquement tous les sens sont sollicités en permanence. Les qualités visuelles de certains éléments et caractéristiques servent généralement à s'orienter dans l'environnement urbain. Nous allons expliquer la principale qualité visuelle de la théorie de Lynch.

Lisibilité "La lisibilité fait référence à la facilité de reconnaître les parties de la cité et de les organiser dans une configuration cohérente" ou bien elle "peut être visualisée sous la forme d'une configuration de symboles associés reconnaissables. En conséquence, une cité "lisible" est constituée de districts, de repères ou de voies aisément identifiables et regroupés dans une configuration globale" (ibid. pp. 2 - 3). Pour Lynch, la lisibilité ou clarté est essentielle à la configuration de l'environnement urbain. Naturellement, la beauté de l'environnement urbain est importante, mais il convient également de prendre en considération l'importance de la lisibilité ou clarté dans le cadre d'environnements urbains différents en terme de taille, d'échelle, de temps et de complexité. Cette caractéristique est également essentielle à l'orientation de l'individu dans l'environnement urbain, car elle fait office de liaison entre les images environnementales et leurs représentations mentales par l'utilisateur. De bonnes images environnementales induisent des interprétations mentales, telles que des sentiments positifs, une sécurité émotionnelle et l'harmonie.

Image "Les images environnementales résultent d'un processus bidirectionnel entre l'observateur et l'environnement. L'environnement suggère les distinctions et les relations et l'observateur - par sa capacité à s'adapter et en fonction de ses aspirations, sélectionne, organise et applique une signification à ce qu'il voit. L'image développée limite et accentue désormais la vision alors que l'image elle-même est testée par rapport à l'entrée de perception filtrée dans un processus d'interaction constant. Ainsi, deux observateurs peuvent avoir une image radicalement différente de la réalité" (ibid. p. 6). Dans sa théorie, Lynch distingue les images individuelles des images publiques de l'environnement urbain. Les *images individuelles* sont appelées *images cognitives* et *les images publiques* correspondent "aux images mentales communes à la majorité des habitants de la cité : les zones de consensus qui seraient sup-

posées apparaître dans l'interaction d'une réalité physique, d'une culture et d'une nature psychologique de base" (ibid. p. 7). Pour les images de la cité, Lynch utilise les conventions suivantes : voie, bordure, noeud, district et repère.

Identité "Une image environnementale peut être analysée en tenant compte de trois éléments : identité, structure et signification. Il est nécessaire de les dissocier pour l'analyse, sachant que dans la réalité ils sont liés. Pour qu'une image soit exploitable, il est nécessaire, au préalable d'identifier un objet, ce qui implique qu'il doit être distingué des autres éléments et reconnu comme une entité distincte. Ce processus s'appelle l'*identité*, non pas dans le sens d'égalité par rapport à autre chose, mais dans le sens d'individualité ou d'unicité. En second lieu, l'image doit inclure la relation du modèle spatial de l'objet par rapport à l'observateur ou aux autres objets. Enfin, ces objets doivent avoir une signification pour l'observateur, qu'il s'agisse d'une signification pratique ou émotionnelle. La signification est également une relation, mais elle diffère largement de la relation spatiale ou de forme" (ibid. p. 8).

Imagibilité La qualité physique des éléments urbains liés aux attributs d'identité et de structure dans l'image mentale "mène à la définition de ce que nous pourrions appeler l'*"imagibilité"*, la qualité d'un objet physique qui a toute les chances de faire naître une image évocatrice chez l'observateur. Il s'agit de la forme, de la couleur ou de l'organisation qui génère des images mentales utiles, très structurées et spontanément identifiées de l'environnement. Dans un ordre d'idée supérieur dans lequel les objets ne sont pas seulement vus, mais soumis distinctement et intensivement aux sens, cette notion peut être également appelée *"lisibilité"* (ibid. p. 9). D'autres caractéristiques de base déterminent la beauté des environnements, telles que le caractère expressif des éléments, le plaisir sensuel, le rythme, le stimulus et le choix, et l' "*interaction contextuelle des éléments de la cité".*

Cinq éléments de l'environnement urbain découlent de l'analyse de Lynch de l'impact des objets physiques perceptibles. Lynch, et nous-mêmes dans notre étude, n'explique pas toutes les autres influences de l'environnement urbain sur l'imagibilité, telles que la signification sociale, la fonctionnalité, la tradition, les noms, etc. Ici, nous nous limitons aux types et caractéristiques des formes physiques et de leurs éléments. La prédominance des éléments varie en fonction de chaque utilisateur.

Voies "Il s'agit des chemins qu'emprunte régulièrement, occasionnellement ou potentiellement l'observateur ; rues, trottoirs, voies de transit, canaux, chemins de fer" (ibid. p. 47).

Bordures "Les bordures sont les éléments linéaires non utilisés ou que l'observateur considère comme des voies. Il s'agit des frontières entre deux voies, des ruptures linéaires continues : rivages, voies ferrées, bordures de développement et murs" (ibid. p. 47).

"Ces bordures peuvent être des barrières, plus ou moins franchissables, qui séparent deux régions ou des lignes qui relient deux régions et les regroupent" (ibid. p. 47).

Districts "Les districts sont des parties moyennes ou grandes de la cité ayant une étendue à deux dimensions, dans lesquelles l'observateur "entre" mentalement, et des caractéristiques communes. Toujours identifiables de l'intérieur, les districts sont également utilisés à des fins de référence extérieure s'ils sont visibles de l'extérieur" (ibid. p. 47).

Nœuds "Les nœuds correspondent à des points, les emplacements stratégiques d'une cité dans lesquels l'observateur peut pénétrer et ils représentent les points centraux d'entrée et de sortie. Il peut s'agir de croisements principaux, de terminaux de transport, d'intersections ou de points de convergence, du passage d'une structure à une autre ou bien il peut s'agir simplement de points de concentration dont l'importance repose sur l'utilisation de leur caractère physique, tel qu'un angle de rue ou un aire fermée" (ibid. p. 47).

Repères "Les repères constituent un autre type de référence, mais l'observateur n'y pénètre pas ; il s'agit de points externes. Il s'agit généralement d'objets physiques simples : édifice, signe, magasin ou montagne" (ibid. p. 48).

"Certains repères sont distants, visibles généralement sous divers angles et depuis différentes distances, au-dessus d'éléments plus petits et utilisés comme références radiales" (ibid. p. 48).

La reconnaissance d'un objet dépend autant du contexte de l'objet que de sa forme. Lynch définit également tous les éléments urbains comme des éléments organisés et associés selon quatre phases structurelles :

Les éléments sont libres ; il n'existe pas de structure ou de corrélation entre les parties,

La structure devient positionnelle ; les parties sont vaguement associées les unes aux autres,

Bien souvent, la structure est souple

Avec la multiplicité des connexions, la structure tend à se rigidifier.

Cette caractéristique de structure peut être appliquée de différentes manières à différents niveaux d'*imagibilité*. La *théorie de la forme urbaine* porte plus ou moins sur l'*image* des modèles urbains.

Pour Lynch, la clarté ou la lisibilité est essentielle à la définition de la cité pour identifier l'environnement. L'identification et la mémorisation des éléments et formes de l'environnement correspondent à des processus importants permettant à l'individu de s'orienter. L'image résulte de la sensation immédiate et de l'expérience vécue et sert à interrompre l'information et à guider l'action. Pour l'individu, l'image a une grande importance pratique et émotionnelle. La manière dont l'individu perçoit et mémorise l'environnement urbain, dont il exploite les informations pour agir relève d'un processus de *cartographie cognitive*. La cartographie cognitive est le processus de structuration mentale des données spatiales qu'applique l'individu qui se trouve dans un endroit précis à un moment donné. La cartographie cognitive n'est pas liée à la cartographie ; il s'agit de l'accumulation ou de la synthèse des expériences vécues et des connaissances schématiques d'un individu par rapport à un environnement familier. La cartographie cognitive est la représentation mentale d'un environnement spatial (voir le tableau 1, p.36-37).

L'image publique correspond à l'image mentale commune à la majorité des habitants de la cité. Cette image est digne d'intérêt pour les urbanistes qui veulent modéliser un environnement qui sera utilisé par un grand nombre d'individus.

Lynch définit les éléments urbains et leurs corrélations et qualités. Il analyse également les imperfections, les incohérences et les lacunes. Mais, plus important encore, il propose une perspective et fournit une méthode permettant d'améliorer les éléments urbains pour améliorer l'environnement urbain et le rendre plus esthétique. En d'autres termes, il embellit le monde réel, ce qui a un impact sur le mental des individus. Lynch aborde également la forme de la cité (par exemple, métropolitaine) et sa fonctionnalité.

Kevin Lynch résume également la qualité de la forme, qui concerne directement le processus de conception des nouveaux éléments urbains, comme suit:

- singularité ou clarté figure et fond : frontières claires, aires fermées, contrastes des surfaces, formes, intensité, complexité, taille, utilisation, emplacement spatial, etc.;
- simplicité de la forme : clarté et simplicité de la forme visible du point de vue géométrique, limitations des parties, symétrie, etc.,
- continuité : continuité des bordures ou des surfaces, proximité des parties, réparation des intervalles rythmiques, similarité, analogie ou harmonie des surfaces, forme ou utilisation,
- prédominance : prédominance d'une partie par rapport aux autres en terme de taille, d'intensité ou d'intérêt pour lecture de l'ensemble sous la forme d'un élément principal associé à un groupe d'éléments,
- clarté des points de jonction : grande visibilité des points de jonction, relation claire et interconnexion,
- différentiation directionnelle : asymétries, angles et références radiales qui distinguent une extrémité d'une autre, un côté d'un autre ou une direction d'une autre,
- portée visuelle : qualités qui améliorent le champ de vision et la pénétration visuelle, de fait ou symboliquement. Inclut : transparences, surplombs, vues et panoramas qui augmentent la profondeur de vue, articulation des éléments qui expliquent visuellement l'espace, concavités, indices, etc.;
- notion de mouvement : qualités qui permettent à l'observateur, via les sens visuels et cinesthétique, d'avoir conscience de ses mouvements réels ou potentiels, etc.,
- série chronologique : série ressentie dans le temps, dont liens simples élément par élément, où un élément est lié aux deux éléments précédents et suivants, etc.,
- noms et significations : caractéristiques non physiques qui peuvent améliorer l'imagibilité d'un élément. Les noms sont importants pour cristalliser l'identité, etc.

Toutes ces qualités n'interviennent pas de manière isolée ; elles sont liées les unes aux autres et entrent en conflit. Elles s'inscrivent dans une sorte de relation établie qui peut être modifiée en renforçant la qualité des éléments environnementaux. Cette opération doit être effectuée à une échelle spatiale et temporelle totalement différente.

Le système de symboles graphiques dans la théorie de Lynch

Après avoir décrit les éléments de base de sa théorie, Lynch analyse trois villes américaines. Dans cette analyse, il transcrit les informations urbaines en éléments dans un système de symboles graphiques unique. La figure 4 (p. 36-37) présente le processus de Lynch de description de la syntaxe et des relations dans le processus de communication visuelle dans le cadre de sa théorie. Nous présentons également schématiquement le processus de la syntaxe du système visuel mental dans le processus de *cartographie cognitive* par les utilisateurs de l'environnement urbain.

Nous indiquons deux nouvelles catégories de cartes, les *cartes permanentes et les cartes temporelles*. Une *carte permanente*, conformément à la théorie de Lynch et dans le cadre de notre étude, est une représentation de différentes fonctions essentiellement permanentes. Cette carte est représentée sous la forme d'un graphique à deux dimensions.

Une *carte temporelle* correspond à l'interprétation mentale des images d'un espace via le processus de cartographie cognitive.

Cette *carte* est toujours temporelle et représentée sous une forme 3D.
Le concept de base du système de symboles graphiques repose sur le fait que le plan, à savoir le support à deux dimensions (une feuille de papier, à l'origine) sur lequel les cartes et les autres graphiques sont représentés, est considéré être continu et homogène et repose sur deux dimensions. La mise en oeuvre ou la représentation des éléments graphiques de base (points, lignes, zones et symboles différents) et leur combinaison détermine l'image graphique sur la carte. Chaque carte est constituée d'éléments graphiques plus ou moins conventionnels. En cartographie, par exemple, il s'agit du composant géographique qui utilise les deux dimensions du plan. Ce composant est continu et utilise l'axe des x et l'axe des y pour représenter son organisation géographique de l'espace.
Dans son analyse des trois villes américaines (Boston, Jersey City et Los Angeles), Lynch applique pour la première fois son nouveau système de symboles graphiques. Ce système a été mis en corrélation avec les cinq éléments de l'environnement urbain, décrits précédemment, et est devenu la principale *notation* graphique de la théorie de Lynch . Cette *notation* comprend deux groupes d'éléments définis en fonction de leur importance dans l'environnement urbain ; il s'agit des éléments *majeurs et des éléments mineurs*. Le premier document utilisant les " notations des cinq éléments " correspond à l'étude de la ville de Boston présentée sous la forme d'un document tiré de l'ouvrage *Image of the City* (p. 19) (voir figure 5, p. 36-37). Cette carte présente très clairement les notations graphiques Lynch des éléments d'un environnement urbain spécifique.
Dans son livre, Lynch n'utilise pas la notation graphique conformément à cette pratique générale; il n'existe pas de catégorisation stricte, ni de raison particulière. Ce type de notation graphique est plus intuitif, stimulé par la créativité momentanée de Lynch et lié à des analyses spécifiques de l'espace.
Comment Lynch a-t-il créé les cartes de la figure 5, par exemple ? En fait, il a utilisé une carte existante de la ville comme support, puis créé une autre carte à partir de son analyse de la ville tout en utilisant l'orientation géographique et l'échelle de la carte d'origine.
Tous les autres éléments de la carte sont des éléments nouveaux créés en traçant les formes et les caractéristiques de la ville à partir de la carte d'origine.

Analyse de la théorie de Lynch

L'analyse des éléments urbains et de leurs relations est essentielle à l'interprétation visuelle de la cité. Précédemment, nous avons expliqué les relations dans chacun des éléments urbains et nous les avons analysés individuellement. Maintenant, nous pouvons nous demander quel est l'impact des éléments et de leurs relations les uns par rapport aux autres. Il convient également de se demander comment des éléments différents d'un groupe peuvent interagir et comment leurs corrélations génèrent-elles l'image de la cité. Nous allons répondre brièvement à ces questions en analysant les relations existant entre cinq éléments urbains principaux. Dans le tableau 2, ces corrélations sont représentées sous la forme d'un graphique. Cette *typologie* de base, une interprétation graphique de la corrélation entre les éléments urbains, constitue la base d'une analyse plus dynamique et plus précise d'un site urbain.
Certains éléments, tels que les voies et les bordures sont pratiquement identiques en terme de corrélation. Pour ce qui nous occupe, nous n'allons présenter que les relations existant entre les éléments principaux. Le nombre total de permutations et de mises en œuvre possibles à partir des combinaisons des éléments principaux pourrait être présenté pour des tâches spécifiques dans le processus informatique.
Les intersections des éléments identiques, tels que les voies, sont indiquées dans les formes ou les types de voies.

Limites de la théorie de Lynch

L'analyse systématique de la théorie de Lynch nous a permis d'identifier certaines lacunes et nous avons donc centrer notre travail sur les points critiques suivants.
La principale critique que l'on peut adresser à la théorie de Lynch, comme indiqué au début de ce chapitre, réside dans le fait que l'ensemble de la théorie repose sur trois villes américaines : Boston, Jersey City et Los Angeles. Sur la base de l'analyse de ces trois villes, Lynch tire trois conclusions générales.
Le fait que Lynch ait établi une théorie uniquement à partir de l'analyse de villes américaines pose plusieurs questions, telles que :

- Qu'en est-il des autres villes différentes de ces trois villes américaines ?
- Qu'en est-il des villes construites dans un contexte historique, telles que Prague ?
- Qu'en est-il des villes situées dans un environnement naturel, telles que Venise ?

De même, certaines questions relatives au modèle théorique se posent :

- Le modèle théorique est-il également universel ?
- Ce modèle peut-il s'appliquer à d'autres villes plus complexes, telles que Paris, Jérusalem ou Saint Petersbourg ?
- Cette théorie peut-elle s'appliquer aux villes de renommée mondiale ou de moindre importance et aux zones et régions métropolitaines ?
- Cette théorie s'applique-t-elle aux zones urbaines plus petites ?

Dans notre étude qui vise à analyser les catégories et critères universels possibles de la théorie de Lynch, nous avons ajouté certains nouveaux éléments qui peuvent être appliqués à la plupart des zones urbaines. Avec cet ensemble de catégories et de critères, il est possible d'analyser différentes zones urbaines.

La deuxième critique porte sur l'explication de la cartographique cognitive de Lynch. Dans son étude, Lynch explique le concept en quelques points seulement qu'il convient de lire entre les lignes. Il n'explique pas le concept de manière claire et directe. Il ne propose pas une structure précise du concept ; il ne donne qu'une explication superficielle. Il n'analyse pas ses caractéristiques, ni le processus de génération d'un schéma mental. Pour Lynch, la cartographique cognitive est importante, mais pas aussi importante pour faire l'objet d'un chapitre entier, par exemple. Il déclare simplement que ce processus est important. On reste sur le sentiment qu'il effleure quelque chose qui est supposé important, mais lors de son étude, il n'a pas réalisé l'importance du processus. Mais la cartographie cognitive devait se révéler d'une extrême importance.
L'interprétation symbolique des éléments urbains peut également constituer un autre point de critique ; il a associé un symbole graphique à chacun de ses cinq éléments urbains. Les symboles représentent la cartographie cognitive dans l'interprétation humaine d'un site urbain. Ces symboles sont clairs et immédiatement compréhensibles. Toutefois, il n'établit pas une catégorisation systématique de l'interprétation graphique de tous les éléments urbains et de leurs relations.
Sa représentation en deux dimensions de la cartographie cognitive humaine sur le papier pose également quelques questions. La cartographie cognitive correspond au processus d'interprétation mentale d'un site urbain. Percevons-nous et mémorisons-nous les espaces 2D ?
Si la cartographie des villes devient la norme de représentation de l'espace sur le papier, en est-il de même pour la représentation de la cartographie mentale ?
Pour le processus de vision, nous disposons de diverses méthodes de représentation dont les composants sont en majorité les volumes et le temps.

Enfin, la dernière critique concerne l'échelle des longueurs (orthogonale) d'interprétation de l'espace de Lynch. Lorsque Lynch traite des repères, il aborde, pour la première fois, l'aspect vertical des éléments urbains dans l'exemple du *Duomo* de Florence.
Pourquoi la théorie de Lynch ne tient-elle pas compte de l'échelle des hauteurs ?
Pourquoi ne prend-il pas en considération l'échelle des hauteurs des éléments urbains ?
Dans tous les cas, il serait intéressant d'intégrer l'échelle des hauteurs dans l'analyse des villes, telles que Jérusalem qui occupe toutes les collines et où les grands immeubles sont interdits ou le quartier Manhattan de New York où la plupart des immeubles sont des grattes-ciel. L'échelle des hauteurs et sa catégorisation doivent correspondre à l'une des catégories d'analyse des environnements urbains.
Nous pourrions émettre d'autres critiques, mais elles ne sont pas essentielles à notre étude.

Application de la théorie de Lynch

Nous appliquons la théorie de Lynch à notre étude en deux phases :
Première phase : plate-forme théorique du modèle d'outil
Seconde phase : élaboration conceptuelle de l'outil.
La connaissance provient de la théorie de la forme urbaine de et du concept de la cartographie cognitive de Lynch pour former la plate-forme de base de la modélisation conceptuelle et de l'élaboration de l'outil. Cela est possible est tenant compte des éléments qui rendent un environnement agréable, selon :

- la mémoire,
- l'emplacement où l'on se trouve
- l'emplacement de X par rapport à Y, etc.

En partie ou combinée à d'autres méthodes, la théorie de Lynch est appliquée dans la phase de test des études de cas du modèle et de l'outil. Sa théorie est appliquée dans l'analyse de l'étude de cas du campus de TU Delft.

Principaux éléments d'un outil de conception

L'outil de conception proposé peut générer des éléments urbains et une méthode de cartographie cognitive qui identifie les problèmes et les informations nécessaires à la résolution des problèmes des villes.
Il s'agit d'un modèle informatique dans lequel les biens immobiliers des sites urbains sont définis précisément et la pertinence du modèle de la tâche est démontrée. Cet outil fournit des représentations explicites des formes et des éléments urbains au cours de l'analyse qualitative.
L'outil de conception est associé à une base de données multimédia orientée objet et permet aux professionnels de dégager

plus efficacement des solutions fiables via l'analyse qualitative des sites urbains.

Buts

Les principaux objectifs de l'outil de conception : aider les urbanistes à analyser et tester la qualité visuelle de l'environnement à l'aide du processus de cartographie cognitive, résoudre les conflits visuels et d'espaces provenant de la complexité et de la concentration croissantes de l'environnement et faciliter la prise de décision dans le processus de conception.

L'outil peut aider à :

-Analyser la qualité visuelle de l'environnement urbain en utilisant différentes sources de représentation multimédia,
-Identifier ou prévoir les éléments "bien situés" pour améliorer la cartographie cognitive de l'environnement urbain,
-Identifier " les éléments " dans les modèles urbains *confus*
-Identifier et positionner les repères dans les sites urbains à forte densité,
-Et trouver des solutions à des problèmes similaires.

Caractéristiques de l'outil

En étudiant la *théorie des formes urbaines* de Kevin Lynch, nous avons identifié des caractéristiques importantes mises en œuvre dans le processus de modélisation conceptuel et théorique de l'outil et dans son élaboration.

L'outil doit avoir les caractéristiques fonctionnelles suivantes :

-Il doit être "ouvert" aux différentes caractéristiques des *environnements urbains* (géopolitiques, culturelles, naturelles, sociales, physiques, etc.)
-Il doit être "ouvert" à tous les types d'*environnements urbains* (petits, grands, denses, distribués, etc.)
-Il doit être ouvert à tous les types de données multimédia en entrée et en sortie
-Il doit être ouvert à l'analyse globale et détaillée
-Il doit pouvoir inclure dans l'analyse les éléments périphériques de la plus petite unité
-Il doit permettre d'analyser les informations en utilisant différentes échelles spatiales et systèmes de mesure
-Il doit comprendre la signification de l'analyse des objets statiques
-Il doit permettre de présenter les résultats de l'analyse sous les formes graphiques, numériques et textuelle
-Il doit permettre de modéliser/améliorer les sources de données existantes
-Il doit permettre de modéliser/améliorer les sources de données à l'aide de diverses techniques informatiques (DAO, Réalité virtuelle, World Wild Web)
-Il doit permettre l' "auto-formation"

Critères de fonctionnement de l'outil

L'outil doit répondre à certains critères de fonctionnement de base :

-Gestion efficace des données visuelles qui doivent être préalablement codées dans chaque élément et résumées sous forme de *modèles figuratifs.*
-L'utilisation de la *typologie* des éléments visuels doit être accessible à des procédures intelligentes, telles que la reconnaissance des similarités, ou par analogie à des éléments et des exemples sélectionnés. Ces procédures peuvent fournir une assistance dans le cas d'informations visuellement incomplètes.
-L'outil doit fournir des liens utilisateur entre tous les éléments d'un processus qui peut permettre de (1) décrire tous les éléments en détail, (2) interpréter un groupe d'éléments sous la forme d'un modèle figuratif et (3) représenter des informations complémentaires issues de l'ensemble de l'analyse.
-L'outil entre dans le cadre d'un ensemble d'informations structurées en terme de conditions de prototypage pour l'analyse d'autres villes. En conséquence, le système doit permettre l'auto-formation et reposer sur la base de connaissance. Il doit permettre d'apporter des solutions en mémorisant les besoins architecturaux et les connaissances sous la forme d'un système *rétrospectif.*
-Le système doit permettre de modifier les données visuelles de premier niveau, d'analyser les données visuelles de deuxième niveau et au troisième niveau, de (a) décrire, (b) expliquer et (c) modifier les données visuelles analysées.
-L'outil doit permettre d'identifier les conflits, dans le cas où le système génère des résultats contradictoires, et de les résoudre, identifier les résultats conformes aux perceptions standard et modifier de manière limitée les hypothèses et les postulats du système.

Application des concepts de modélisation des objets

Brièvement, un modèle d'objet est un ensemble de concepts génériques décrivant certaines caractéristiques de base pour produire des objets réels ou imaginaires. Le modèle d'objet permet de générer la définition de base de l'objet dont sont issus des diagrammes d'objet. Nous avons utilisé le modèle d'objet Perspective - DB (Perspective - DB, 1997).

Nous analysons et indiquons les parties du diagramme d'objet utilisé pour décrire les informations de base nécessaires à la "production" et l'"utilisation" des concepts de dessin urbain. Les exemples montrent comment décrire les informations physiques des environnements urbains supportant la cartographie cognitive. La section suivante de l'article se trouve dans la partie inférieure gauche de la figure 1 (p. 36-37).

Schéma d'objet de base

Le schéma d'objet de base décrit la hiérarchie de généralisation/spécialisation des types d'objet nécessaires à la génération des informations utilisées dans la conception, en tenant compte de la cartographie cognitive. Nous commençons par le type d'objet "élément urbain" de la figure 6 (p. 36-37); ses membres proviennent de l'"objet virtuel" de Perspective - DB. Parmi les membres génériques associés à l'"élément urbain", figurent la pré-catégorisation psychologique et la représentation modale. La "représentation modale" détermine les types de support représentant l'élément urbain. Un élément urbain peut avoir plusieurs représentations de support adaptées. Nous expliquons ultérieurement comment utiliser un tel membre en utilisant "la pré-catégorisation psychologique" comme exemple.

La figure 7 (p. 36-37), montre la suite de la hiérarchie de généralisation / pré -catégorisation de la figure 6. Nous avons choisi "district" et "voie" pour donner une idée. Selon les règles d'héritage, chacune des spécialisations indiquées hériteront des membres de leurs généralisations. Il est possible d'ajouter de nouveaux membres qui, à leur tour, proviennent de leurs spécialisations. Dans l'exemple, tous les objets ont un "code" correspondant à une clé et les membres "temps" et "échelle". Tous les districts et voies disposent des membres "largeur" et "longueur".

Cet article décrit les principaux concepts de l'outil et sa théorie sous-jacente liée à la structure urbaine. L'outil améliore la conception architecturale en tenant compte de la cartographie cognitive. Nous avons vu dans quelle mesure la " théorie de la forme urbaine " de Lynch fournit le support d'un système de base de données orientée objet. L'outil assiste le concepteur à l'aide des représentations explicites des modèles et des éléments urbains au cours de l'analyse qualitative d'un site urbain. Nous avons expliqué comment les éléments de la forme urbaine peuvent être modélisés sous forme d'objets de base dans notre base de données et la manière dont ils peuvent être spécialisés. Nous avons également expliqué la structure de la base de données et sa présentation à l'urbaniste. Nous avons également décrit la modélisation des aspects "psychologiques" de la cartographie cognitive et la manière dont les informations de conception peuvent être générées à partir d'une base de données orientée objet via divers niveaux d'abstraction.

Bibliographies :

Lynch, K. (1960), *The image of the City.* MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
Marr, D. (1982). *Vision.* New York: Freeman.
Perspective-DB (1997), *System documentation*, Bitbybit - Information Systems, Delft.
Ullman, S. (1996). *High-level vision.* Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

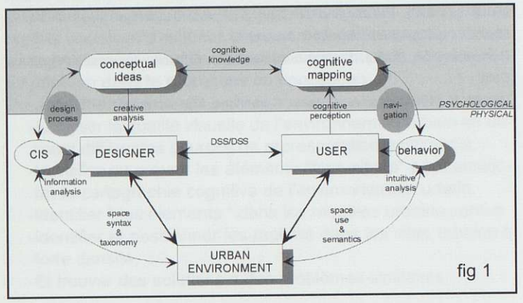


fig 1

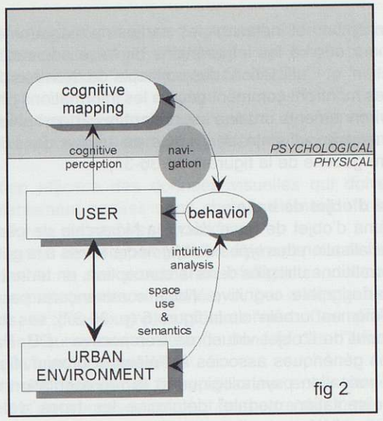


fig 2

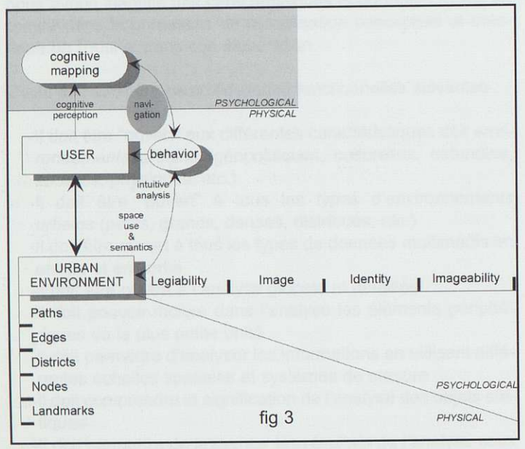


fig 3

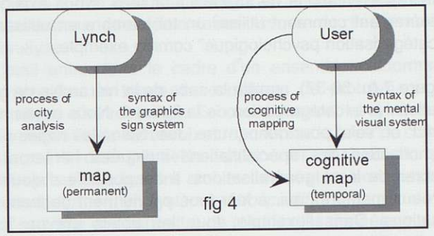


fig 4

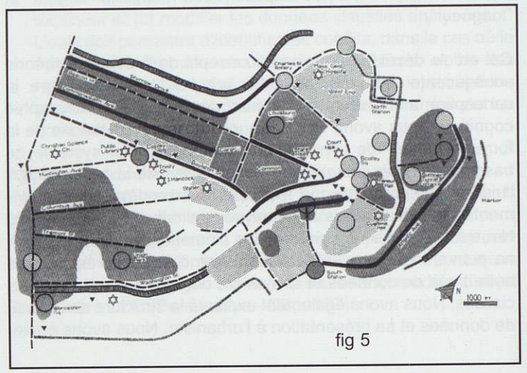


fig 5

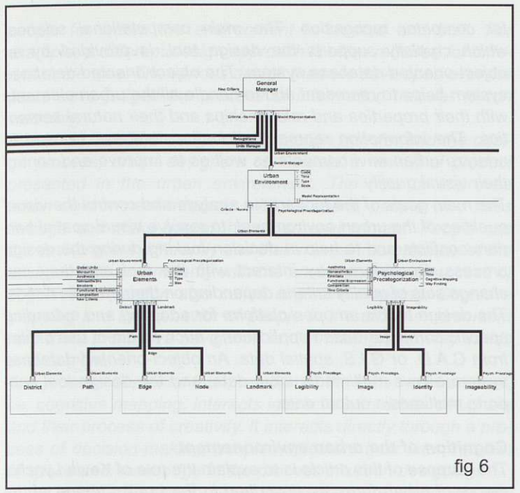


fig 6

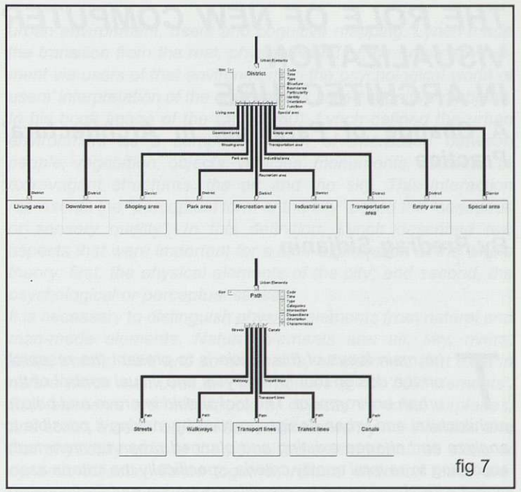
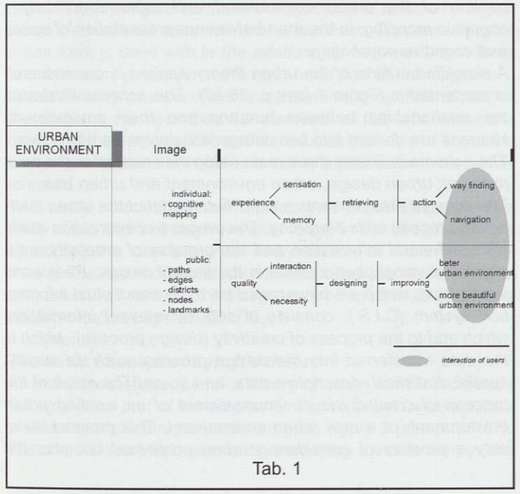
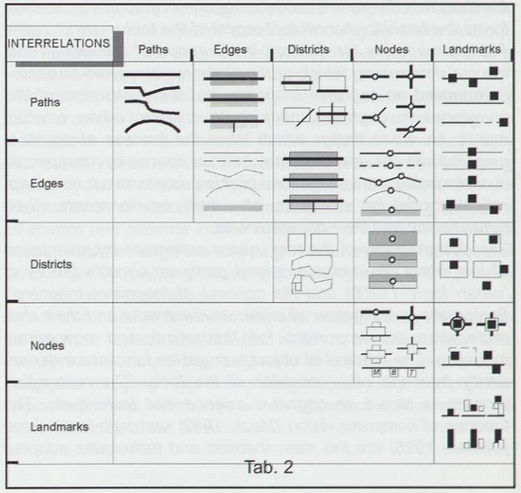


fig 7



Tab. 1



Tab. 2

THE ROLE OF NEW COMPUTER VISUALIZATION IN ARCHITECTURE

A Change of Paradigm in Architectural Practice

By Predrag Sidjanin

The main focus of this article is to present the research on the design tool for analysis and visual control of the urban environment. The tool should improve and help in architectural and urban design practice by making it possible to analyze and change existing and planned urban environments according to several quality criteria, specifically the criteria associated with visual aspects, cognitive mapping and finding one's way.

The theoretical framework of the tool is based on design theory, cognitive science and computer science. Design theory and cognitive science are used to develop the theoretical model of the tool. This theoretical model, supported by computer science forms the basis for conceptual model of the tool.

The prerequisites for defining the purpose of the design tool involve determining which urban elements are «well-situated», their impact on cognitive mapping, and the exploitation of this knowledge in cognitive mapping to improve urban environments. An urban design which takes the process of cognitive mapping into consideration may be experienced by most people in a similar way. Investigations of this process result in a theoretical model of elements of urban environments, their relationships and their dependencies.

The design theory of the tool uses a schematic representation of the urban environment, based partly on Lynch's theory of "urban form" (1960) and his concept of "cognitive mapping". Systematic investigation of urban environments and their characteristics are important for theoretical and conceptual modeling. The process of object recognition functions independently from the other modules of the tool. The recognition process is based on cognitive science and techniques. The theories of computer vision (Maar, 1982) and high-level vision (Ullman, 1996) are the main theories and techniques adopted for computer recognition. The main computational science, which crucially supports the design tool, is provided by an object-oriented database system. The object-oriented database system helps to represent and to handle all the urban elements with their properties and relationships and their natural semantics. The information represented in the database is used to analyze urban environments as well as to improve and control their visual quality.

The main goals of the tool are: to analyze and control the visual qualities of the urban environment, to resolve visual-spatial barriers/conflicts and to help in decision-making during the design process. Designers may interact with the tool and they can change sets of quality criteria depending on their specific needs. The design tool is an open platform for adopting and extending specific computer-based applications, such as direct use of files from C.A.D. or G.I.S. spatial data. An object-oriented database system allows multimedia input data, and the design tool supports multimedia output data.

Cognition of the urban environnement

The purpose of this article is to explain the role of Kevin Lynch's theory of urban form, as described in the book "Image of the City" (1960), for our research. This book is a crucial in the entire literature about the look of cities. It is an important study, on the basis of which several new theories have been developed. Also important for our research is the theory of cognitive perception of the urban environment and more specifically - cognitive mapping; in the area between representation of space and cognitive psychology.

A simplified outline of the urban theory applied in our research is presented in Figure 1 (see p. 36-37). This schema illustrates the relationships between humans and their environment. Humans are divided into two categories: designers and users.

The schema indicates three main categories related to the environment: urban design, urban environment and urban use.

The schema also presents a simplified model of the urban interaction process in its hierarchy. The process of interaction starts with real world information and the process of creativity, as a psycho-physical phenomenon in the field of design. Real world information, which we have called here the conceptual information system (C.I.S.), consists of sets of relevant information, which add to the process of creativity (design process), which is the data transferred into the design process, such as survey, spatial, statistical, descriptive data, and so on. The result of the process of creativity is an improvement of an existing urban environment, or a new urban environment. This process is not only a process of considering urban purposes, but also the people for whom the environment is created and built. For example, a different design approach is often required for different audiences. The various design theories developed over the years have judged the process of information transfer to run smoothly.

Based on their knowledge of information transfer and the design process, urban designers can create a new final product presented in the urban environment. The new or improved urban environment interacts with its users, people who pass through and make use of the urban environment. People use the environment differently and their mental interpretation of the environment, or familiarity with the environment is a process of cognitive perception also called cognitive mapping. Cognitive mapping and the behavior of people in the urban environment help them in intuitive navigation and in finding their way in this environment.

The process of mental interpretation of the urban environment, i.e. cognitive mapping, interacts indirectly with urban designers and their process of creativity. It interacts directly through a process of decision-making; people implement their interpretation of space and knowledge in the process of urban designing.

In the upper left-hand corner of the diagram are shown the process of analysis of the urban environment (C.I.S.), and its implementation in the process of creative design. This is a process that lets the designers determine the character of the information and urban elements of the existing urban environment. The lower part contains the syntax and taxonomy of the urban elements as a semiotics of urban form. The semantics of urban form is dealt with in the relationship between urban form and its meaning, shown in the right-hand part of the diagram.

Lynch's theory of urban form is located in the right-hand part of the diagram. He describes the elements of the urban environment and their interaction, and introduces the idea of cognitive mapping of people who behave within a particular urban environment.

This study concentrates on the top part of the diagram. The study could improve cognitive knowledge in the design process by adding the user's mental interpretation of urban environments. The result of the study will be a computer-based design tool, which will consist of a design-support system (D.S.S.) and decision-support system (D.S.S.).

The basic concept of Lynch's theory

As mentioned above, Lynch's theory of urban form is located in the right-hand part of the diagram in Figure 1. Let us take a look at it and analyze this part separately, in Figure 2 (see p. 36-37).

There are a few main elements underlying Lynch's theory: the urban environment, users and cognitive mapping. Lynch made the transition from the real, physical world of the urban environment via users of that environment to the psychological world of users' interpretation of the environment called cognitive mapping.

In his book Image of the City (1960), Lynch defined the urban environment as a complex system of interaction between people, vegetation, objects, vehicles, monuments, utilitarian or extravagant structures, the air and the sky. This interaction represents the "perceptual form of the city" called the "sensuous or sensory quality". In this definition, Lynch described two aspects that were important for a later explanation of the whole theory: first, the physical elements of the city; and second, the psychological or perceptual senses.

It is necessary to distinguish physical elements from natural and man-made elements. Natural elements are: air, sky, rivers, lakes, ponds, hills, and so on, that is, all elements that exist in nature which man uses and interpolates in his 'built elements'. Built elements are: infrastructure, objects, vehicles, airplanes, and so on, thus all objects that man makes by his intention and that physically exist in the perceived environment, as static or dynamic objects. Taken together, natural and man made elements are characterized by common characteristics such as color, smell, noise, warmth, and so on, which build perceptual form of the urban environment.

On the first page of his book Image of the City, Lynch describes the user as a citizen who "has had long associations with some part of his city, and his image is soaked in memories and meanings." Later on he explains users as "moving elements in a city, and in particular, the people and their activities are as important as the stationary physical parts." (ibid. p.1)

The perceptual, sensory quality of the urban environment reflects on the human mind, in many ways. Humans recognize both space and urban space, by the reflection of shape, light and depth. Humans orient themselves in a space by identifying space by its elements and patterns. Humans make a "mental interpretation of space" by memorizing and retrieving elements of spaces and patterns in their brain. This process is defined as mental maps or "cognitive mapping". In our study we will use the term cognitive mapping, which is commonly used in the literature of cognitive psychology.

Lynch described all three of these elements in a very early stage of his work. Lynch was the first writer to describe urban elements and patterns precisely, and to introduce the idea of "cognitive mapping". His theory integrates physical and psychological elements, which was a new approach compared to the urban theories of the time.

Lynch's theory

Kevin Lynch recognized an existing relationship between city structure and the cognitive processes of individuals. Environmental images result from a two-way process between the observer and the environment, in which the observer selects, organizes and gives meaning to a limited number of features in the environment. These features provide the focal points on which urban images are built. The focal points act as orientation nodes for individuals; and the accuracy with which these points and/or places are located determines the overall accuracy of the conceptual images. Lynch's theory, generally called the 'theory of urban form' defines two new things important for knowledge about the urban environment. First, he defines five elements of the urban environment (physical characteristics of the real world), and second, he introduces the idea of cognitive mapping (psychological interpretation or subjective world).

In Figure 3 (see p. 36-37), we have improved the existing diagram with these new elements, elements that build up the physical urban environment, and patterns that make the image of the environment a psychological process of its users.

Let us see how Lynch explains his four categories of the images of the urban environment, and later on we shall look at how he explains the five elements of the urban environment which comprise the city images.

The visual quality of an urban environment, in Lynch's theory, relates to the physical elements of the environment and the mental image of its citizens (users). Users perceive an urban environment through its fragmentation into elements and patterns. All perceptions are different and special, as well as related to the users' knowledge, experience or familiarity with a particular urban site. Almost every sense is in action all of the time. The visual qualities of some elements and features are used as generalities in the process of navigating in the urban environment. Here we will explain the main visual quality from Lynch's theory.

Legibility "By this we mean the ease with which its parts can be recognized and can be organized into a coherent pattern." Or, legibility "can be visually grasped as a related pattern of recognizable symbols, so a legible city would be one whose districts or landmarks or pathways are easily identifiable and are easily grouped into an overall pattern." (ibid. pp. 2 - 3). For Lynch, legibility or clarity is crucial in the layout of the urban environment. There is not only the important property of the beauty of the urban environment; there is also the important issue of legibility or clarity for considering urban environments of different size, scale, time and complexity. This characteristic is also important for finding one's way or orientation in an urban environment, as a strategic link between environmental images and their mental representations by a user. Good environmental images induce in users mental interpretations such as a good feeling, emotional security, and harmony.

Image "Environmental images are the result of a two-way process between the observer and his environment. The environment suggests distinctions and relations, and the observer - with great adaptability and in the light on his own purposes - selects, organizes, and endows what he sees with meaning. The developed image now limits and emphasizes what is seen, while the image itself is being tested against the filtered perceptual input in a constant interacting process. Thus the image of a given reality may varied significantly between different observers." (ibid. p. 6). In his text, Lynch distinguishes individual and public images of the urban environments. Individual images are defined as cognitive. Public image corresponds to: "the common mental pictures carried by large numbers of a city's inhabitants: areas of agreement which might be expected to appear in the interaction of a single physical reality, a common culture, and a basic physiological nature." (ibid. p. 7). For a city's images, Lynch decided to use the conventions: path, edge, node, district and landmark.

Identity "An environmental image may be analyzed into three components: identity, structure and meaning. It is useful to abstract these for analysis, if it is remembered that in reality they always appear together. A workable image requires first the identification of an object, which implies its distinction from other things, its recognition as a separable entity. This is called identity, not in the sense of equality with something else, but with the meaning of individuality or oneness. Second, the image must include the spatial pattern relation of the object to the observer and to other objects. Finally these objects must have some meaning for the observer, whether practical or emotional. Meaning is also a relation, but quite a different one from spatial or pattern relation." (ibid. p. 8).

Imageability The physical quality of urban elements which relates to the attributes of identity and structure in the mental image "leads to the definition of what might be called imageability: that quality in a physical object which gives it a high probability of evoking a strong image in any given observer. It is that shape, color or arrangement which facilitates the making of vividly identified, powerfully structured, highly useful mental images of the environment. It might also be called legibility, or perhaps visibility in a heightened sense where objects are not only able to be seen, but are presented sharply and intensely to the senses." (ibid. p. 9). There are other basic properties that make beautiful environments, such as: a sense of expressiveness, sensuous delight, rhythm, stimulus, and choice; and that city elements "operate together, in context".

Five elements of the urban environment result from Lynch's analysis of the effects of physical, perceptible objects. Lynch – as is the case with us in our study – does not explain all other influences of an urban environment on imageability, such as social meaning, functionality, tradition, names, and so on. Here we will concentrate on the main points of types and characteristics of physical forms and their elements. The level of dominance of particular elements will move according to particular users.

Paths "Are the channels along which the observer customarily, occasionally, or potentially moves. They may be streets, walkways, transit lines, canals, railroads." (ibid. p. 47).

Edges "Edges are the linear elements not used or considered as paths by the observer. They are the boundaries between two paths, linear breaks in continuity: shores, railroad cuts, edges of development, and walls." (ibid. p. 47).

"Such edges may be barriers, more or less penetrable, which close one region off from another; or they may be seams, lines along which two regions are related and joined together." (ibid. p. 47).

Districts "Districts are the medium-to-large sections of the city, conceived of as having two-dimensional extent, which the observer mentally enters 'inside of', and which are recognizable as having some common, identifying characteristics. Always identifiable from the inside, they are also used for exterior reference if visible from the outside." (ibid. p. 47).

Nodes "Nodes are points, the strategic spots in a city into which an observer can enter, and which are the intensive foci to and from which he is travelling. They may be primarily junctions, places of a break in transportation, a crossing or convergence of paths, moments of shift from one structure to another. Or the nodes may be simply concentrations, which gain their importance from being the condensation of some use of physical character, such as a street-corner hangout or an enclosed square." (ibid. p. 47)

Landmarks "Landmarks are another type of point-reference, but in this case the observer does not enter within them, they are external. They are usually a rather simply defined physical object: building, sign, store, or mountain." (ibid. p. 48).

"Some landmarks are distant ones, typically seen from many angles and distances, over the tops of smaller elements, and used as radial references." (ibid. p. 48).

The recognition of an object is as much dependent on context as on the form of the object itself. Lynch also defined all urban elements as arranged and interrelated in four structural stages:

- -the various elements are free; there is no structure or interrelation between parts,
- -the structure becomes positional; the parts are roughly related to each other,
- -most often, the structure is flexible, and
- -as connections multiply, the structure tends to become rigid.

This characteristic of structure might be applied in different ways at different levels of imageability. Lynch's theory of urban form is, more or less, focused on the image of urban forms.

For Lynch, clarity or legibility is crucial in the city setting for identifying the environment. Identifying and memorizing the elements and patterns of the environment are important processes in finding one's way on the part of an individual. The image is the product of both immediate sensation and the memory of past experience, and it is used to interrupt information and to guide action. The image has wide practical and emotional importance to the individual. How the individual perceives and memorizes an urban environment, how he retrieves and uses the information in action is a process of cognitive mapping. Cognitive mapping is a process of mental structuring of spatial data by the individual, located in a particular place and time. Cognitive mapping is not about maps; it is an accumulation or summary of experiences and schematic knowledge that a person has about a familiar environment. Cognitive mapping is a mental representation of a spatial environment formed in a person's mind (see Table 1 p 36-37).

The public image is the common mental picture carried by large numbers of a city's inhabitants. It interests city planners who aspire to model an environment that will be used by many people.

Lynch defines urban elements and their interaction and quality. He also discuses imperfection, inconsistency and incompleteness. But, more importantly, he gives a perspective and a way forward for the future need to improve urban elements in terms of making a better and more pleasant urban environment, in other words making the real world more beautiful, which will then be reflected in the minds of individuals. Lynch also talks about the city form (for example: metropolitan) and about the functionality of the city.

Lynch also summarizes the form quality, which directly concerns the design process of new urban elements, in the following categories :

- -singularity or figure-background clarity: sharpness of boundary, closure, contrast of surface, form, intensity, complexity, size, use, spatial location etc.;

-form simplicity: clarity and simplicity of visible form in the geometrical sense, limitation of parts, symmetry etc.;
-continuity: continuance of edge or surface, nearness of parts, reparation of rhythmical interval; similarity, analogy, or harmony of surface, form or use;
-dominance: of one part over others by means or size, intensity, or interest, resulting in the reading of the whole as a principal feature with an associated cluster;
-clarity of joints: high visibility of joints and seams; clear relation and interconnection;
-directional differentiation: asymmetries, gradients and radial references which differentiate one end from another; or one side from another; or one compass direction from another;
-visual scope: qualities which increase the range and penetration of vision,
-either actually or symbolically. This includes: transparencies, overlaps, vistas and panoramas that increase the depth of vision; articulating elements that visually explain the space; concavity, clues etc.;
-motion awareness: the qualities which make observer aware, through the visual and kinesthetic senses, his own actual or potential motion etc.;
-time series: series which are sensed over time, including both simple item-by-item linkages, where one element is simply knitted to the two elements before and behind it etc.; and
-names and meanings: non-physical characteristics, which may enhance the imageability of an element. Names are important for crystallizing identity, etc.

All these qualities do not work in isolation. They are in a state of interaction or conflict. They are in some kind of established relationship, which can be changed by adding a new quality to environmental elements. This operation must proceed at an entirely different scale of space and time.

The graphic sign system in Lynch's theory

After describing the basic directions of his theory, Lynch analyzed three American cities. In this analysis he transcribes the urban information into elements of a unique graphic sign system. In Figure 4 (see p.36-37). we present Lynch's process of describing syntax and relations in the visual communication process in his theory. Also we schematically present the process of the syntax of the mental visual system in the process of cognitive mapping by users of the urban environment.

We indicate two new categories of maps: permanent and temporal. A permanent map, in the sense of Lynch's theory and our research, is the map created by graphic representation for different, mostly permanent purposes. This map is graphically presented in a two-dimensional medium.

A temporal map is the mental interpretation of images of a particular space through the process of cognitive mapping. This map is always temporal and presented in a 3D mental view.

The basic concept of the graphic sign system is that the plane, the two-dimensional medium (originally on paper) on which maps and other graphics are presented is considered to be continuous, homogenous and consisting of two dimensions. The implementation or representation of basic graphic elements (points, lines, areas or different signs) and their combination determines the graphic image on the map. Each map consists of more or less conventional graphical elements. In cartography, for example, it is the geographical component that uses the two dimensions of the plane. This component is continuous and uses the x and y axes of the plane to express its geographical organization of space.

In his analysis of three American cities (Boston, Jersey City and Los Angeles), Lynch put into practice his new graphic sign system for the first time. This system was correlated with the five elements of the urban environment, as described above, and became the main graphic notation in Lynch's theory. This notation is classified into two groups of elements, based on their degree of importance in the urban environment, as major and minor elements. The first product of the 'five elements' notations' is the study of Boston, presented as a copy taken from the book Image of the City (p. 19) in Figure 5. This map very clearly presents Lynch's graphic notations of elements of a particular urban environment.

In his book, Lynch's use of graphic notation is not consistent with this main usage; there are no strict categorizations or reasons for this. This type of graphic notation is more intuitive and resulted from Lynch's momentary creativity and was related to specific analyses of space.

How did Lynch create his maps, as presented for example, in Figure 5 (see p.36-37) ? He used an existing map of the city, and over the top of it, as a new layer, he created a new map as a result of his analysis of this particular city. He also used the geographical orientation and notation of scale from the original map. All other map elements are new, created by tracing the shapes and characteristics of the city from the original, underlying map.

An analysis of Lynch's theory

An analysis of urban elements and their relationships is important in making a visual interpretation of the city. Earlier, we explained the relationship within each of the urban elements, we analyzed elements individually. But how do these elements and their relationships behave towards each other, how do a group of different elements work together, how do their interrelations build the image of the city? We will answer these questions briefly by analyzing the interrelations between five main urban elements. In Table 2., these interrelations are shown in a the form of a chart. This basic typology, a graphic interpretation of the correlation between urban elements, is the starting point for making a deeper and more dynamic analysis of any urban site.

Some elements, such as paths and edges, are almost the same in their interrelations. In our case, we will present only the relations between main elements. The entire range of possible permutations and implementations from combinations of the main elements could be presented for specific tasks in the computational process.

The intersection of the same elements, such as path and path, is shown in the forms or types of the paths.

Some limitations of Lynch's theory

Through the systematic analysis of Lynch's theory, we have discovered some incompleteness, thus focusing our work on the following critical points.

The main criticism of Lynch's theory, as we mentioned at the beginning of this chapter, is the fact that his whole theory is based on three American cities: Boston, Jersey City and Los Angeles. On the basis of his analysis of these three cities, Lynch drew some general conclusions.

The fact that Lynch produced a theory based only on American cities necessarily raises several questions, such as:

-What about cities that are different from these three American ones?
-What about cities which were built in a rich historical context, like Prague?
-What about cities located in a specific, natural environment, like Venice?

At the same time, some questions related to the theoretical model arise:

-Is his theoretical model also a universal model?
-Can this model be useful for other, more complex cities such as Paris, Jerusalem or Saint Petersburg?
-Could this theory be useful for both well-known and lesser-known cities, metropolitan areas and regions?
-Is his theory also useful for smaller urban areas?

In our investigation aimed at analyzing possible universal categories and criteria from Lynch's theory, we have added some new elements that can be applied to almost any urban area. With this set of categories and criteria, it is possible to analyze different urban areas.

A second critical point relates to the way in which Lynch explains the idea of cognitive mapping. In his study, Lynch explains this idea in a few, very short points, latently, written between the lines. He does not explain the concept in a readily comprehensible and direct way. He does not provide a sharp structure for the concept, he just touches on it here and there. He does not think about its characteristics, nor does he think about the process of making a mental map in a human brain. For Lynch, cognitive mapping was important, but not so important as to require explanation, for example, in a whole chapter of a study. He only announced this process as important. One was left with the feeling that he had touched on something that should be important, but at the time he was working on the study, he did not realize its importance. But cognitive mapping was to become very important.

The next critical point can be directed at Lynch's pictorial symbolical interpretation of urban elements. For each of his five elements he chose a graphic symbol. The symbols represent cognitive mapping in the human interpretation of a particular urban site. They are clear and readily understandable. But he did not make a systematic categorization of graphic interpretation for all urban elements and their interactions.

Lynch's concentration on the two-dimensional representation of human cognitive mapping, on paper, leads to further critical points. Cognitive mapping is a process of mental interpretation of an urban site.

Do we perceive and memorize any space in 2D?

If maps of cities become the standard for the representation of space on paper, is this also the standard for the representation of mental mapping?

For the process of vision, we should have different ways of representing, mostly with volume and time as components.

And the last critical point to be addressed concerns Lynch's horizontal (orthogonal) scale of space interpretation. When Lynch discusses landmarks, he touches on the vertical aspect of urban elements for the first time, in the example of The Duomo in Florence.

Why is the vertical scale not also a part of Lynch's theory?

Why did he not consider the vertical scaling of urban elements?

In any case, the vertical scale should be interesting in analyses of city sites like Jerusalem, where the whole city spread to the hills, where it is forbidden to build high-rise buildings, or New York's Manhattan where almost all the buildings are skyscrapers. Vertical scaling and its categorization should be one of the categories in analyzing urban environments.

Some other critical points can also be raised, but they are not essential to his study.

How we apply Lynch's theory

Lynch's theory is applied directly to our research in two phases:
first phase - theoretical platform of the tool model, and
second phase - conceptual designing of the tool.
Knowledge derived from Lynch's theory of urban form and from the idea of cognitive mapping form the basic theoretical platform for conceptual modeling of the tool and tool designing. This is done, taking into consideration what makes an environment visually pleasing, according to:

- remembrance,
- where we are, and
- where is X in relation to Y, etc.

In part and together with other methods, Lynch's theory is applied in the testing phase of the case studies for both model and tool. Lynch's theory is applied in the case study analysis of the campus of TU Delft.

Outline of a design tool

The proposed design tool is capable of generating computer-based urban elements and a cognitive mapping method which identifies the problems and the information required to solve the problems of particular city sites. A computational model of the device in which the real properties of the urban sites are defined precisely and the appropriateness of the model for the task in hand are demonstrated. This tool provides explicit representations of the patterns as well as the urban elements during qualitative analysis. The design tool is aided by a multimedia object database system, which provides professionals with the means to achieve more efficiently, reliable solutions through qualitative analysis of urban sites.

Goals

The main goals of the design tool are: (1) to aid urban designers in analyzing and testing the visual quality of the urban environment by means of the cognitive mapping process, (2) to resolve visual-spatial conflicts and disfunctionality resulting from the increasing complexity and intensity of use of the urban environment, and (3) to help in the process of decision-making in the process of designing.
The tool could help to find answers to the following:

-how to analyze the visual quality of the urban environment by using different multimedia representation sources?
-how to find or predict which urban elements are "well-situated" to improve the cognitive mapping of the urban environment?
-how to recognize 'what is what' in confusing urban patterns?
-how to find and position landmarks in dense urban sites?

and some other questions similar to these.

Tool requirements

Through an investigation of the theory of urban forms established by Kevin Lynch, we discovered some important characteristics, which are implemented in the process of theoretical-conceptual modeling of the tool and also in the tool designing.
The tool must fulfill the following functional requirements. It must be:

-"open" to different characteristics of urban environments such as geo-political, cultural, natural, social, physical, etc.
-"open" to all types of urban environments such as small, large, dense, distributed, etc.
-open to all types of input and output multimedia data
-both global and detailed in analysis
-able to include the surroundings of even the smallest unit for analysis
-able to analyze in different spatial scales and measurement systems
-able to understand what is meant by analyses of static objects
-able to present the results of analysis in graphic, numerical and textual form
-able to do modeling/improvements in the existing data sources
-able to do modeling/improvements by various computer-based techniques (such as: CAD, VR, www)
-open to '"self-learning"

Operational criteria of the tool

The tool has to satisfy certain basic operating criteria:

-Offer efficient handling of visual data, which must first be coded in each element and then summarized as figurative patterns.
-The use of typology of visual elements has to be accessed by intelligent procedures such as recognition of similarity or by analogy to previously selected elements and examples. Such procedures can help in the case of visually incomplete information.
-The tool must provide user-controlled links between all elements in a process which might help to (1) describe all the elements in a detailed manner, (2) interpret a group of elements as a figurative pattern, and (3) represent additional information resulting from the entire analysis.
-The tool is situated in a complex of information, structured in terms of prototypical conditions for the purpose of future analysis of other city sites. Therefore the system is self-learning and knowledge-based. The system involves problem-solving by memorizing architectural needs and knowledge as a look back system.
-The system will, edit visual data on the first level, analyze visual data on the second level, and on the third level, (a) describe, (b) explain, and (c) modify the visual data which have been analyzed.

The tool is able to identify conflicts in cases where the use of the system produces contradictory results and can control them; identify results which disagree with common sense perceptions and modify in a restricted way assumptions and presumptions of the system.

Applying object modeling concepts

Here, we shall briefly explain that an object model is a set of generic concepts to describe certain basic characteristics, to give an impression of real or imaginary objects. The object model is used to produce the definition of the object base. The result of the definition process is a set of object diagrams. We have used the object model of Perspective-DB (Perspective-DB, 1997).

We discuss and show those parts of the object diagram used to describe the basic information necessary to "produce" and "use" conceptual urban design ideas during the design process. The examples give an impression of how to describe physical information about urban environments to support cognitive mapping. The following part of the article is indicated in the lower left-hand side of Figure 1 (see p.36-37).

The basic object schema

The basic object schema describes the generalization/specialization hierarchy of the object types needed to derive the information used to design, taking into consideration cognitive mapping. We start with the object type "urban element" in Figure 6 (see p.36-37); it inherits its members from the "virtual object" offered by Perspective-DB. The "urban element" has among other generic members: psychological pre-categorization of an urban element, and modal representation. "Modal representation" determine the media types that represent the urban element. An element can have several suitable media representations. Later we show how to work with such a member using "psychological pre-categorization" as an example.

Figure 7 (see p.36-37) shows a continuation of the generalization/specialization hierarchy of Figure 6. We chose "district" and "path" to give an idea. According to the rules of inheritance, each of the specializations shown will inherit the members of its generalizations. They can add new members, which are in turn inherited from their specializations. In the example, all the objects have a "code" as their key, and "time" and "scale" as members. All districts as well as paths have "width" and "length" as members.

This article describes the main concepts involved in the design tool and its background theory related to urban design. The tool improves architectural design by taking cognitive mapping into consideration. We discussed how Lynch's theory of "urban form" provides the basis of an object database system. The tool supports the designer by explicit representations of the patterns as well as the urban elements during the process of qualitative analysis of a particular urban site. We outlined how the elements of urban form can be modeled as the basic objects of our database, and how they can be specialized. We also outlined the structure of the database and how it is presented to the urban designer. We have shown how "psychological" aspects of cognitive mapping are modeled and how design information through several abstractions levels can be derived from an object database.

Bibliography:

Lynch, K. (1960), The image of the City. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
Marr, D. (1982). Vision. New York: Freeman.
Perspective-DB (1997), System documentation, Bitbybit - Information Systems, Delft.
Ullman, S. (1996). High-level vision. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

LE MOUVEMENT DANS LA RÉALITÉ VIRTUELLE ENGENDRÉE PAR L'ORDINATEUR

Examen d'un outil pour l'exploration architecturale

par Asaf Friedman

La nature de l'expérience du mouvement dans l'espace, lorsqu'elle se rapporte à la représentation du "marcher à travers" ou bien du "voler au-dessus", retient de plus en plus l'attention. Cet intérêt est lié à la découverte que la profession architecturale ne dispose pas des moyens de comprendre et d'explorer l'expérience du mouvement, et qu'elle ne peut en donner une représentation visuelle ou verbale. Plus on se penche sur l'expérience du mouvement, plus on on découvre à quel point il est difficile de la représenter. La perception du raisonnement spatial, tel qu'il est perçu par le système visuel d'une personne qui se déplace, avec ses interactions dans le monde en 3D, est concerné par la relation entre l'observateur et l'objet en question, un objet qui ne peut qu'entrer dans le champ de l'attention ou en sortir. En ce qui concerne la nature de la description, la relation peut être exprimée soit par le langage naturel soit par une représentation isomorphique.

Le texte qui suit va examiner et expliquer certains des moyens utilisés par les structures conceptuelles du langage pour représenter le mouvement. L'objectif est de montrer que l'utilisation d'un langage approprié, en association avec plusieurs des outils graphiques que nous propose déjà l'informatique, peut conduire à la pratique architecturale. Nous nous focaliserons sur la relation entre les propositions du langage et l'acte de navigation, et nous efforcerons de montrer comment, à partir de propositions descriptives, on peut analyser la configuration spatiale, c'est-à-dire la relation géométrique entre un objet (l'arrière-plan) et l'observateur, ainsi que les difficultés rencontrées. Cette différenciation est importante en architecture, où l'objet/construction et le contexte dans lequel il est situé constituent les paramètres du dessin, et le mode de navigation dans l'environnement. Naviguer, c'est prévoir, concevoir, et contrôler sa trajectoire ainsi que sa position par rapport à d'autres objets. Naviguer dans la réalité virtuelle en utilisant le langage implique de voir une image et de demander à l'ordinateur de vous reconnaître et d'agir selon vos instructions. D'après moi, la navigation qui se sert du langage naturel est plus simple à utiliser et plus intuitive.

La base théorique de ce travail a été fournie par l'œuvre très riche de Ray Jackendoff. Dans son livre *Language of the Mind* (1966), il proposait que la jonction entre le langage naturel et la représentation isomorphique soit constitué par la structure conceptuelle. Pour parler en ses termes : "Le sens, bien sûr, est sans doute la raison pour laquelle il existe une chose comme le langage, puisque la faculté de parler est au fond un dispositif pour extérioriser et communiquer du sens. J'utiliserai le terme de structure conceptuelle pour le niveau de représentation qui encode du sens. Au minimum, ce type d'information doit nous permettre d'encoder toutes les sortes de choses que nous pensons exister, comme par exemple la liste des personnes (réelles ou imaginaires) que nous connaissons, notre répertoire de catégories auxquelles les individus sont supposés appartenir. Ces différentes entités constituent collectivement notre propre stock de concepts" (pp. 7-8). Jackendoff prétend que les structures conceptuelles sont rattachées à la représentation spatiale et liées à la faculté de parler. La principale différence entre les propositions de Jackendoff et ce vers quoi tend cet article est que Jackendoff s'efforce de révéler une connaissance spatiale à l'intérieur du langage, tandis que mon objectif est de renverser le processus et de mettre au jour, dans la représentation spatiale, un langage et une cognition spécifiques à l'espace.

Quelques aspects élémentaires de la représentation linguistique de l'espace

La capacité de naviguer dans l'espace devrait être comprise à travers la dichotomie entre des points de vue objectifs et subjectifs. Les plans, les coupes et les élévations sont tous des descriptions objectives des objets. Les perspectives de bâtiments, elles, donnent une description subjective. Lorsque le choix a été effectué, elles n'offrent habituellement plus qu'un intérêt d'évocation limité, un moment figé dans le temps et dans l'espace, un point de vue subjectif. Entre ces deux pôles se trouve la cognition spatiale. Pour parvenir à une cognition spatiale, c'est-à-dire la capacité de représenter l'environnement et d'agir sur cette représentation pour en déduire une décision, il faut être capable de faire la distinction entre l'objet sur scène et son arrière-plan. Le langage peut constituer ce type d'outils. Le prédicat spatial marque le référent et la position relative dans l'espace, et il s'occupe de l'accès de sa partie. Un prédicat spatial prend la forme d'un prédicat, d'un référent et d'un relatif :

-Référent : les caractéristiques d'un objet.

-Relatif : l'objet de référence à l'arrière-plan.

-Prédicat : la relation spatiale entre le référent et le relatif.

Exemple : dans "Paul est dans la cour", "Paul" est le référent ; le relatif est la "cour", et "dans" est le prédicat.

On doit ensuite explorer deux types de savoirs :

-Le savoir déclaratif, c'est-à-dire la capacité d'apprendre et d'identifier des objets. Le savoir déclaratif est la base de données mentales des caractéristiques spatiales spécifiques, et il est considéré comme un savoir de points de repère. Le savoir procédural prend naissance dans le savoir déclaratif.

-Le savoir procédural[1], autrement dit les principes utilisés pour synthétiser le savoir déclaratif en une information qui peut permettre de faciliter l'action et de localiser les objets dans l'espace. Il comprend des informations telles que les angles, la direction et l'orientation.

Les objets et les chemins

L'un des moyen d'examiner une construction architecturale consiste à se déplacer le long d'une route. Une route est une suite de procédures entre deux nœuds exigeant une décision. Le chemin est alors l'action ou la conduite adoptées entre les deux nodosités. "La structure interne d'un chemin est souvent faite d'une fonction de chemin et d'un objet de référence… sinon, la fonction de chemin peut être un lieu de référence." Ray Jackendoff indique aussi (1983, p. 163) que les chemins peuvent être partagés en trois grandes catégories, selon la relation du chemin à l'objet de référence.

La première catégorie, les chemins bornés, inclut le chemin de départ, pour lequel la préposition habituelle est "de", et le chemin d'arrivée, pour lequel la préposition est "vers". Dans les chemins bornés, l'objet ou l'endroit de référence forment le point final. Par exemple : "L'homme a sautillé à travers la chambre."

Dans la seconde catégorie, qui porte sur la direction, l'objet ou le lieu de référence ne tombent pas sur le chemin, mais ce serait le cas si celui-ci se voyait octroyer une longueur non spécifiée. "En partant de" et "vers" sont souvent utilisés. Exemple : "L'homme s'est dirigé vers la chambre."

Dans la troisième catégorie, qui traite du chemin connexe, l'objet ou le lieu de référence sont rattachés à un point à l'intérieur du chemin. Le verbe "passer" fait partie de ces indications. Par exemple : "L'homme est passé par la chambre. "

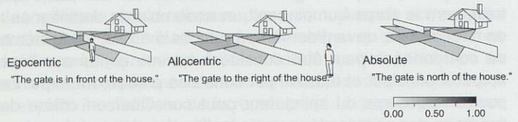
Le chemin est donc la première division du mouvement, mais cela ne suffit pas. Lorsque l'on emprunte un chemin, on marque des arrêts, on regarde alentour, on modifie ou l'on change sa route et l'on se focalise sur les centres d'intérêt. Autrement dit, certaines des études doivent se pencher sur la recherche d'itinéraire et sur les décisions qui l'accompagnent, d'autres doivent s'intéresser à l'information qu'apporte l'observation des objets. Pour contrôler le chemin, on doit encore établir une distinction entre l'observateur et l'objet de son attention. Ceci est une représentation discrète, comparée aux dispositifs de signalisation permanents. Dans ce cas, l'utilisation du langage n'est pas destinée à diriger l'observateur vers la gauche ou la droite, mais à attirer son attention sur des objets et, inversement, à désigner l'observateur.

Le cadre de référence

Dans la description spatiale, le langage fait appel à différents cadres de référence. Ils sont utilisés pour identifier les endroits lorsque nous dirigeons nos actions, lorsque nous décidons de nos déplacements. Pour Campbell (1984, p. 8), le cadre de référence est "un lieu ou un ensemble de points à partir desquels est définie la position spatiale". Centré sur le spectateur, le système coordonné paraît généralement axé sur les plans qui traversent le corps humain, soit un ensemble de demi-lignes : en haut/en bas, devant/derrière, à gauche/à droite. Ce système de coordonnées peut être considéré comme centré sur l'axe corporel principal et attaché par l'une des parties du corps. La position du corps du spectateur peut constituer un critère de l'ancrage des coordonnées, mais la direction du regard peut en être un autre et, sans aucun doute, les systèmes relatifs sont étroitement dépendants du critère visuel. "Le langage n'utilise pas de système de référence universel et le choix du cadre référentiel, dans le codage linguistique, correspond à une préférence du même cadre de référence dans le codage non linguistique sur toute une série de tâches non verbales" (Levinson, 1996, p. 125). Les cadres de référence égocentriques (intrinsèques) sont ceux qui "définissent une position spatiale en relation avec le lieu du corps" (Campbell, 1994, p. 8). Le cadre de référence que nous utilisons pour identifier les endroits lorsque nous décidons de passer à l'action – quand nous optons pour une direction – est de type égocentrique. La notion d'espace égocentrique est de type psychologique. Les axes égocentriques doivent être considérés comme primitifs, fonction de l'image du corps. Les cadres égocentriques sont une catégorie particulière des cadres centrés sur l'objet, à savoir ceux qui sont centrés sur le corps ou sur une partie du corps. L'image corporelle à court terme offre au sujet une prise partielle sur les modes d'utilisation des possibilités de mouvement qui lui sont offertes. D'après Levinson (1996), elle est centrée sur l'objet et utilise les coordonnées : gauche/droite, devant/derrière.

Lorsque les cadres de référence sont allocentriques (relatifs ou déictiques), les positions qui définissent les lieux sont exté-

rieures à la personne désignée. Les cadres allocentriques présupposent un "point de vue", ainsi qu'une silhouette et un terrain distincts de celui-ci, formant ainsi une triangulation de trois points différents et utilisant des coordonnées axées sur le spectateur pour attribuer des directions à la silhouette et au terrain. Dans les cadres allocentriques, le spectateur est centré sur l'environnement et il utilise l'ensemble de coordonnées : gauche/droite, devant/derrière.
Dans le cas de cadres de référence absolus, la position est définie en termes tels que nord, sud, ou la coordination polaire. L'une des nombreuses utilisations de la notion de cadre "absolu" de référence renvoie à la direction que donne la pesanteur (ou l'horizon visuel sous l'orientation qui fait autorité). L'origine est la référence. Dans les cadres absolus, elle est centrée sur l'environnement et utilise des coordonnées cartésiennes ou polaires.



Les différents cadres de référence.

Prenons tout d'abord l'exemple "La barrière est devant la maison" (figure 1). En anglais, cela implique que la barrière est entre l'observateur et la maison, car les coordonnées primitivement sur le spectateur ont été manifestement transportées vers l'objet terrain, de telle sorte que l'objet terrain possède une "façade", avant lequel la barrière se trouve posée. La phrase "La barrière est à gauche de la maison" pourrait correspondre à un cadre de référence allocentrique, lié à un savoir établi. On ne sait pas très bien quelle est la position du spectateur. Il est peut-être à l'avant, mais pas nécessairement. Quel est l'attribut de l'objet différent ? Selon Levinson (1996, p. 140), "hormis ce qui concerne le haut et le bas ainsi que certaines dispositions de l'être humain et des animaux, l'anglais est essentiellement fonctionnel". Pour un artefact manufacturé, notre manière d'accéder à un objet ou d'être en relation avec lui détermine sa façade – c'est le cas d'un bâtiment qui possède une entrée. Car les caractéristiques inhérentes définissent d'autres phénomènes : les systèmes de coordonnées, la surface et l'objet à utiliser en relation avec l'observateur. Une fois la façade déterminés, elle peut servir à ancrer un système tout fait d'oppositions : le devant/l'arrière, les côtés, etc. Ce serait également le cas pour tout bâtiment symétrique ou cylindrique.

Le schéma d'image et la polysémie.
Jusqu'ici, nous nous sommes contentés d'examiner les aspects élémentaires du chemin, mais celui-ci ne peut être exploré qu'à travers le schéma d'image en tant que différent de l'image corporelle. "Dans le schéma d'image existent certaines relations naturelles qui incitent à la polysémie, pas seulement dans un cas ou dans deux, mais dans un exemple après l'autre tout au long du lexique." Le schéma d'image est un processus de sélection systématique de certains aspects de la scène de référence afin de représenter la totalité. Les schémas d'image et les modèles métamorphiques sont sollicités pour représenter le sens des expressions. Les sens de chaque expression constituent une catégorie structurée, avec un élément central et des liens définis par les transformations du schéma d'image. Les schémas d'image, ou la schématisation, sont un processus qui implique la sélection systématique de certains aspects de la scène de référence pour représenter l'ensemble. Les schémas d'image servent à diriger, raisonner et structurer l'environnement. Les schémas d'image sont également importants pour parvenir à retrouver son chemin. Les rapports entre les schémas et le monde réel sont fondés sur des concepts topologiques.
Pour G. Lakoff (1987, p. 140), les mots polysémiques, comme un unique sens central qui représente toutes les différentes significations, ne peuvent pas représenter certains objets. Dans le cas de "sur", G. Lakoff montre qu'il possède plusieurs significations comme : "Paul est sur le pont" et "Des panneaux étaient éparpillés partout sur le pont". Dans ces phrases, "sur" n'a pas le même sens et la localisation du sujet diffère. Une expression spatiale comme "en face" fonctionne sur une division approximative du terrain, une discrétisation (polysémie) en zones, avec une bonne dose d'ambiguïté (cf. figure 1). La division partage le terrain en zones possibles. La discrétisation des objets dépend des dimensions en cause, car il existe un rapport d'échelle avec la taille de l'objet, la forme, la relations typologique entre les parties, la position et l'orientation, les multi-objets, les facteurs inconnus et le temps. La plupart des schémas embrassent plusieurs de ces catégories.
À l'opposé de G. Lakoff, R. Jackendoff (1996) s'efforce de comprendre la forme du langage à l'intérieur de sa structure et de la relation avec le contexte syntaxique dans lequel ces éléments apparaissent grâce à l'utilisation des contraintes cognitives et grammaticales. Bien qu'elles aident à différencier les éléments, ces contraintes laissent subsister quelques problèmes concernant la division d'une scène et la constitution d'un cadre de référence. Les modèles informatiques ont utilisé des méthodes diverses pour s'attaquer à certaines questions de discrétisation et de polysémie. La plus connue est celle de la logique floue et des critères multiples.

Les propositions linguistiques opposés à la représentation graphico-visuelle
Nous avons parlé jusqu'à présent de langage et de représentation, sans nous poser la question cruciale de savoir quelle est la différence entre l'image et le langage. Cette question a suscité un vaste débat qui portait sur la manière dont le cerveau accumule l'information. Les défenseurs de l'analogie s'opposaient aux tenants de la proposition. Pour les premiers, les images visuelles sont la source principale à partir de laquelle le cerveau traite l'information. Pour les seconds, la description structurelle est construite à partir de propositions abstraites. Le débat a fait ressortir certains éléments. La différence fondamentale entre l'imagerie et la proposition réside dans leur traitement des relations qui unissent des objets du monde représenté, et de cette particularité peuvent être déduites d'autres différences. "Les représentations propositionnelles sont simplement celles dans lesquelles existent des éléments relationnels qui modèlent les relations par le fait qu'ils sont eux-mêmes reliés à des éléments de l'objet" (Palmer, 1978, p. 294). Le langage renvoie à des objets (noms, pronoms, etc.), qui sont rattachés selon des règles syntaxiques par des mots de liaison (verbes, prépositions, etc.). Par exemple, la phrase "Notre-Dame a deux tourelles sur sa façade" indique une relation entre les tourelles et le principal volume architectural qui ne peut être perçue que grâce au prédicat "sur". Le langage peut ainsi être indéterminé, alors que d'un autre côté la représentation par l'image doit être déterminée. Par exemple, je pourrais dire : "La cathédrale Notre-Dame a des tourelles sur sa façade." Lorsque l'on représente Notre-Dame, il faut dessiner les deux tourelles, sinon on pourrait confondre cette cathédrale avec une autre. La représentation par l'image ressemble donc à ce qu'elle figure, et elle est ainsi isomorphique.
On peut dire que, à travers le langage, il est possible de désigner quelque chose discrètement en utilisant un prédicat, alors que le représentation par l'image n'offre pas cette possibilité de distinction et qu'elle se montre continue.
L'architecture actuelle utilise la conjugaison du langage et de l'image dans les plans, les élévations et les coupes. Il s'agit d'alimenter l'action de construction et d'orientation du bâtiment. En revanche, les architectes ne mettent habituellement pas d'annotation sur les perspectives qu'ils fabriquent. Dans le futur, cette étape pourrait être la préparation de l'animation du "marcher à travers" ou "voler au-dessus".
Nous avons montré qu'un système de représentation diffère d'un système fondé simplement sur la vision comme c'est le cas dans les applications informatiques. Nous avons également proposé un système linguistique qui pourrait entre en interaction avec un système graphique visuel et qui serait susceptible de le compléter.
Le défi qui consisterait à construire un logiciel qui utiliserait les deux systèmes en appliquant des propositions spatiales et en rattachant le chemin avec les directions verbales n'a pas encore été relevé, même si de grandes avancées ont été réalisées. Ces découvertes suggèrent que le langage peut de plus en plus nous aider à développer un système de représentation renforcé, qui compléterait le dessin assisté par ordinateur. Le langage est capable de distinguer entre des cadres de référence égocentriques, allocentriques et absolus. Ces trois types de cadres, combinés avec la procédure du chemin, sont facilement interchangeables lorsque l'on décrit et que l'on dirige le mouvement dans l'environnement bâti. A l'avenir, on peut s'attendre à un développement des logiciels de langage combinés avec les espaces virtuels de l'image, et cela viendra faciliter la navigation.

[1] Le mouvement étudié dans cet article est du savoir de procédure.

Bibliographie
Liben, l. (1981), "Spatial representation and behavior : multiple perspectives", in L.S. Liben, A. Patterson & N. Newcombe (eds), Spatial Representation and Behavior across the Life Span, New York, Acadmic Press.
Golledge, R. G. (1993), "Geographical perspectives on spatial congnition", in T. Garling & R. G. Golledge (eds), Behavior and Environment Psychological and Geographical Approaches (pp. 16-46), North Holland, Elsevier.
Jackendoff, R. (1997), The Architecture of the Language Faculty, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
Lakoff, G. (1987), Women, Fire, and Dangerous Thing. What Categories Reveal about Mind, University of Chicago, Illinois.
Palmer, E. S. (1978), "Fundamental aspects of cognitive representation", in E. Rosch & B.B. Loyed (eds), Cognition and Categorization. 79-98, Lawrence Erlbaum Associates Publisher, New Jersey.
Palmer E. S. (1999), Vision Science Photons to Phenomenology, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
Campbell J. (1994), Past, Space and Self, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
Levinson S., "Frames of reference and Molyneux's question : crosslinguistic evidence", in P. Bloom, M.A. Peterson, L. Nadel & M.F. Garett (eds), Language and Space, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

MOVEMENT IN COMPUTER GENERATED VIRTUAL REALITY

Examining a Tool for Architectural Exploration

By Asaf Friedman

There is a growing interest in the nature of the experience of movement in space as it relates to the representation of 'walk-through', or 'fly-over', in architectural space. This interest has resulted from the realization that the architectural profession lacks the means to understand and explore the experience of movement, and represent it ether visually or verbally. The more one inquires about this experience of movement, the more one realizes the difficulty of representing it. The perception of spatial reasoning as they are perceived by a person's visual system as one moves, interacting in the 3D world, is concerned with the relationship between the observer and the object in question, an object that can only move into and out of attention. This relationship can be divided in terms of the nature of the description between natural language and isomorphic representation.

This paper will examine and explain some of the ways conceptual structures in language represent movement. The aim is to show how using appropriate language in association with several of the existing computational graphic tools might lead architectural practice. We will focus specifically on the relation between language propositions and the act of navigation, and attempt to show how from descriptive propositions one can analyze the space configuration that is the geometrical relationship between an object, background, and observer and the difficulties encountered. This differentiation is important in architecture where the object/building and the context in which it is situated are the parameters of design, and the way one navigates in the environment. To navigate - to plan, record, and control the course and position of oneself in relation to other objects. To navigate in virtual reality using language means one sees a picture and commands the computer to identify and act upon those instructions. In my opinion navigation using natural language is easier to use and more intuitive.

The theoretical basis of this work stems from the seminal work of Ray Jackendoff. In his book "Language of the Mind" (1996), Jackendoff proposed that the bridge between natural language and isomorphic representation is the conceptual structure, to use his words. "Meaning, of course, is presumably the reason for there being such a thing as language at all, since the language faculty is at bottom a device for externalizing and communicating meaning. I will use the term conceptual structure for the level of representation that encodes meaning. At the very least, this form of information must permit us to encode all the kinds of things we think there are, such as one's list of known individuals (real and imaginary), one's repertoire of categories into which individuals can be placed, and the tokens and types of events and situations in which individuals are understood to be taking part. These various entities collectively make up one's stock of concepts." (pp. 7-8) Jackendoff claims that conceptual structures are linked to spatial representation and linked to language facility. The main difference between Jackendoff and the endeavor of this paper is that Jackendoff attempts to reveal in language spatial cognition while my aim is to reverse the process and reveal in spatial representation spatial language and spatial cognition.

Some basic aspects of linguistic spatial representation

The ability to navigate in space should be understood through the dichotomy between objective and subjective points of view. Plans, sections, and elevations are all objective descriptions of objects. Perspectives of buildings offer a subjective description. Once chosen they would usually show a suggestive limited interest, a frozen moment in time and space, a subjective point of view. In between these two poles lies spatial cognition. In order to achieve spatial cognition, i.e. the ability to represent the environment and act upon this representation to form a decision; one has to be able to distinguish between the object in a scene and its background. Language can serve as such a tool. The spatial predicate marks the referent and relatum position in space and arranges its part to be accessed. A spatial predicate takes the format of a predicate, a referent and a relatum:

- -Referent: The features of an object.
- -Relatum: The reference object in the background.
- -Predicate: The spatial relationship between the referent and the relatum.

For example: "Jim is in the courtyard." "Jim" is the referent, the relatum is the "courtyard", and "in" is the predicate.

Further, one has to explore two kinds of knowledge:

- -Declarative knowledge - the ability to acquire and identify objects. Declarative knowledge is the mental database of specific spatial features and is regarded as landmark knowledge. From declarative knowledge stems procedural knowledge;
- -Procedural knowledge[1] : Procedural knowledge is the rules used to synthesize declarative knowledge into information that can be used to facilitate action and locate objects in space. It incorporates information such as angles, direction, and orientation.

Objects and Paths

One of the ways to view an architectural building is to travel along a route. A route is a sequence of procedures between two nodes requiring a decision. The path is then the course of action or conduct taken between the two nodes. "The internal structure of a path often consists of a path-function and a reference object... alternatively the path function may be a reference place." Ray Jackendoff (1983 p. 163) also suggests that paths can be divided into three broad types, according to the path's relationship to the reference object.

The first class, bounded paths, includes source-path, for which the usual preposition is "from," and goal-path, for which the preposition is "to." In bounded paths, the reference object or place is the endpoint of the path. For example: "The man walked across the room."

In the second class of paths, direction, the reference object or place does not fall on the path, but would if the path were extended some unspecified distance. "Away from" and "towards" are the most common. For example: "The man walked into the room."

In the third class of paths, related path, the reference object or place is related to some point in the interior of the path. The verb "pass" is one of them. For example: "The man passed by the room."

Path is then the first division of movement, but one needs more than that. When one walks along the path one stops, looks around, adjusts or changes one's path, and looks at objects of interest. That is, some of the views have to do with way-findings and the decisions that accompany it, and some are about information that one acquires through looking at objects. In order to control the path, one needs to differentiate further between the observer and the object of his attention. This is a discrete representation as opposed to continuous pointing devices. The use of language in this case is not to be able to direct the observer right or left but rather to point to objects through language and vice versa i.e. pointing to the observer.

Frame of Reference

Language makes use of different frames of reference for spatial description; they are used to identify places in directing our actions, in deciding where to move. Frame of reference - "a locus or a set of loci with respect to which spatial position is defined." Campbell (1994 p.8.) The co-ordinate system, centered on the viewer, seems generally to be based on the planes through the human body, giving us an up/down, back/front and left/right set of half lines. Such a system of co-ordinates can be thought of as centered on the main axis of the body and anchored by one of the body parts. Although the position of the body of the viewer may be one criterion for anchoring the co-ordinates, the direction of gaze may be another, and there is no doubt that relative systems are closely hooked into visual criteria. "Language does not use a universal reference system, and the choice of frame of reference in linguistic coding correlates with preference with the same frame of reference in nonlinguistic coding over a whole range of nonverbal tasks." Levinson (1996 p.125)

Egocentric frames of reference (intrinsic) - are those that "define a spatial position in relation to loci of the body." Campbell (1994 p. 8.) The frame of reference that we use to identify places in directing our actions, in deciding where to move to, is an egocentric frame. The notion of egocentric space is a psychological notion. The egocentric axes have to be taken as primitive, relative to the body image. The egocentric frames are a particular class of object-centered frame; namely, those centered on the body or a part of the body. The short-term body image gives the subject a partial, grasp of the ways in which he can act the possibilities of movement open to him. According to Levinson (1996) it is object-centered and uses the co-ordinates of left, right, in front, and behind.

Allocentric frames of reference (relative or deictic) - the position defining loci are external to the person in question. The allocentric frames of reference presuppose a 'view-point', and a figure and ground distinct from it, thus offering a triangulation of three points and utilizing co-ordinates fixed on the viewer to assign directions to the figure and ground. In allocentric frames, the viewer is environment centered. The viewer is centered and uses a set of co-ordinates, left, right, in front, and behind.

Absolute frames of reference - the position defining in absolute terms like North, South or Polar co-ordination. Among the many uses of the notion "absolute" frame of reference, one refers to the fixed direction provided by gravity (or the visual horizon under canonical orientation). Origin is the reference. In absolute frames it is environment centered and uses ether Cartesian or Polar co-ordinates.

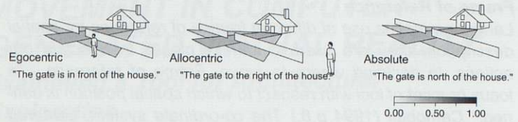


Figure 1. The different frame of reference and the degree of discretisation.
(The darker the standing the higher the degree of accordance of the corresponding acceptance relation.)

Let us start with the example "the gate is in front of the house". (Figure 1) In English this entails that the gate is between the viewer and the house, because the primary co-ordinates on the viewer appear to have been rotated in the mapping onto the ground object, so that the ground object has a "front" before which the gate is situated. The sentence "the gate is to the left of the house" could be an allo-centric frame of reference, depending on established knowledge. One is not sure where the viewer's position is; it can be in front, but it is not necessarily so. What is the attribute of the different object ? According to Levinson (1996 p. 140) "English is (apart from top and bottom, and special arrangement for human and animals) largely functional." For a manufactured artifact, the way we access or interface with the object obviously determines its front - this is the case with a building that has one entrance. For the inherent features determine other phenomena, co-ordinate systems, surface and the object to be used in relation to the observer. Having established the front, it might be used to anchor a ready-made system of opposites: front/back, sides, and so forth. This would also be the case with any centralized symmetrical building or cylindrical building.

Image Schema and Polysemy

Up to now we have explored only the basic aspects of the path, but the path can only be explored through the image schema as differentiated from the body image. "There are certain natural relationships among image-schema that motivate polysemy, not just in one or two cases, but in case after case throughout the lexicon." Image-schema is a process of systematic selection of certain aspectsof the referent scene to represent the whole. Image schemas and metaphorical models are required to represent the meaning of the expressions. The senses of each expression form a structured category, with a central member and links defined by image-schema transformations. The image schemas or schematization is a process that involves the systematic selection of certain aspects of the referent scene to represent the whole. Image schemas are used to navigate, reason and structure the environment. Image schemas are also important to perform way finding. Relating schema to the real world is based on topological concepts.
For G. Lakoff (1987 p. 440), polysemous words, like a single core meaning that accounts for all and the various senses cannot represent certain objects. In the case of the 'over' G. Lakoff (1987) shows that the word 'over' has different meanings, for example: "Jim is over the bridge" and "Jim drove over the bridge" or "signs were posted all over the bridge". In all of the 'over' sentences there is in different meaning and location of subject. A spatial expression such as 'in front' operates on approximate partitioning of the domain, a discretization (polysemy) into regions with a large degree of ambiguity (see figure 1). The partitioning divides the domain into acceptable zones. The discretization of objects depends on the dimensions involved, scale-related to size of object, shape, typology-relation between parts, position and orientation, multi-objects, unknown factors, and time. Most schemas span several of these categories.
In contrast to G. Lakoff (1987), R. Jackendoff (1996) attempts to understand language form within its structure and its relationship within by the use of syntactic context in which those elements occur through the use of cognitive and grammatical constraints. These constraints, although helping to differentiate between the elements, still leave some problems in partitioning of a scene and establishing a frame of reference. In order to solve some problems of discretization and polysemy, computational models have employed different methods; the most famous being fuzzy logic and multi criteria.

Linguistic Propositions Versus Visual - Graphic Representation

Until now we have talked about language and representation without asking a crucial question: what is the difference between language and image? This question has sparked a great debate about how the mind stores information. The debate was between the analog and prepositional. The analog position was that visual images are the main source for the mind to process information. The propositional position was that structural description was constructed out of abstract propositions. Out of this debate certain elements were brought forward.
The fundamental difference between imagery and proposition lies in their treatment of the relations among objects of the represented world, and out of this peculiarity one can draw further distinctions. "Propositional representations are simply those in which there exist relational elements that model relations by virtue of themselves being related to object elements." Palmer (1978 p. 294) Language refers to objects (nouns, pronouns, etc.) that are related in syntactically ordered strings through relational words (verbs, prepositions, etc.). For example, the sentence "Notre-Dame cathedral has two turrets on the facade" specifies a relationship between the turrets and the main architectural volume that can only be understood through the predicate "on". Language can thus be indeterminate, while on the other hand image representation must be determinate. For example, I might say: "Notre-Dame cathedral has turrets on the façade". Drawing the Notre-Dame one must draw the two turrets otherwise the drawing could be mistaken for another cathedral. Thus image representation resembles that which it represents and is therefore isomorphic.
Thus one can say that through language, one can point discretely by using a predicate while image representation does not have this distinction and is continuous.
Architecture in modern times uses the combination of language and image in plans, elevation and sections. This is done in order to provide the action orientation construction of the building. In contrast, architects usually do not annotate the perspective that they produce. In the future this stage might be preparation for the animation of the 'walk through' or 'fly over.'

We have shown how a linguistic system of representation differs from a system based only on vision as it is reduced in computer-aided graphic applications. We have also suggested a linguistic system can interact with and complement a visual-graphic system.
The challenge to build an application that uses both systems, applying spatial propositions in relating path with verbal directions has not yet been met, although great strides have been taken. What these findings suggest is that language can increasingly help us develop a more powerful representation system helping CAD navigation. Language is able to divide between egocentric frames of reference - walk through, allocentric frames of reference - fly-over, and absolute frames of reference -plan. Those three frames of reference in combination with path procedure can easily interchange as one describes and directs movement in the built environment. In the future one can expect more applications of language to be combined with existing graphic-visual virtual spaces to facilitate better navigation.

[1] *Movement explored in this article is procedural knowledge.*

Liben, L. (1981). Spatial representation and behavior: multiple perspectives. In L. S. Liben, A. Patterson, & N. Newcombe (Eds.), Spatial representation and behavior across the life span. New York: Academic Press.
Golledge, R. G. (1993). Geographical perspectives on spatial cognition. In T. Garling & R. G. Golledge (Eds.), Behavior and environment Psychological and geographical approaches (pp. 16-46). North Holland: Elsevier.
Jackendoff, R. (1997) The Architecture of the Language Faculty MIT Press Cambridge Massachusetts.
Jackendoff, R. (1983) Semantics and Cognition MIT Press Cambridge Massachusetts
Lakoff, G. (1987) Women, Fire, and Dangerous Thing What Categories Reveal about Mind University of Chicago Illinois.
Palmer, E. S. (1978) Fundamental aspects of cognitive representation. In E. Rosch & B.B. Loyed, eds., Cognition and Categorization. 79-98. Lawrence Erlbaum Associates, Publisher, New Jersey.
Palmer, E. S. (1999) Vision Science Photons to Phenomenology MIT Press Cambridge Massachusetts.
Campbell, J. (1994) Past, Space and Self. MIT Press Cambridge Massachusetts
Levinson, S. Frames of Reference and Molyneux's Question: Crosslinguistic Evidence In p. Bloom, M. A. Peterson, L. Nadel and M. F. Garett eds., Language and Space. MIT Press Cambridge Massachusetts.

LE THESAURUS ARCHITECTURAL SANS MURS :

un système d'information pour l'archivage électronique des documents visuels

Par Sinan Inanc et Alexander Tzonis

Mis sur pied par le Groupe de recherche sur les systèmes de connaissance de la conception, le système d'information assisté par ordinateur pour des archives visuelles destinées à l'architecture poursuit trois objectifs. Offrir un accès interactif et électronique à des collections de dessins et autres documents visuels, les associer d'autres informations significatives entreposées dans le système et inférer, implicitement ou explicitement, des connaissances nouvelles partir des données emmagasinées dans l'ordinateur. Le système fonctionne comme une mémoire d'expériences de conception dont la structure reflète la structure des contraintes du domaine des connaissances architecturales. Il représente un corpus cohérent de théorie intégré dans des procédures permettant l'utilisation des informations emmagasinées - l'organisation grâce à laquelle les documents sont stockés et analysés. Vu la nature virtuelle et structurée de l'information, nous appelons ce système "le Thésaurus sans murs", un nom qui rappelle à la fois le travail de pionnier de Rogets et la célèbre phrase d'André Malraux.

L'article qui suit présente, d'une part, la stratégie globale d'un thésaurus de ce type et, d'autre part, un système tout à fait spécifique élaboré par Sinan Inanc sous le titre : "CaseBook : la classification des plans de niveau grâce à l'informatisation paresseuse".

La création du Thésaurus part de l'idée préalable selon laquelle, dans l'histoire de l'architecture ainsi que dans la conception créative, les précédents de conception, pour autant qu'ils sont archivés par des dessins, jouent un rôle très important. La constitution et le fonctionnement de ce système répondent aux contraintes que présente aujourd'hui l'utilisation de telles archives en raison du volume énorme de documents, du fait que ces documents sont des images, et de la multiplicité des sens et des utilisations que donnent ces archives la diversité de leurs utilisateurs - professionnels, architectes, historiens, étudiants...

Pour répondre à ces problèmes, la bibliothèque numérique fonctionne comme un système intelligent fondé sur la connaissance plutôt que comme un catalogue intégré à la mémoire de l'ordinateur et qui serait indexé sur les modes alphabétique et thématique. La conception de ce système intelligent répond aux démarches stratégiques suivantes.

- -Son organisation reflète la structure de connaissances de l'architecture en tant que discipline, telle qu'elle apparaît dans la théorie et les méthodologies du dessin, ainsi que dans l'histoire de l'architecture. Cette organisation intègre aussi les contraintes de la cognition visuelle et spatiale.
- -A l'intérieur du système, la structure de l'accès aux documents et aux informations qu'ils offrent est basée sur la résolution de problèmes. Elle correspond à l'utilisation pragmatique qu'en font les utilisateurs professionnels - les projeteurs et les historiens.
- -Le système exploite les techniques modernes de l'image de synthèse, de l'analyse fondée sur les traits caractéristiques et de l'identification des modèles, de la classification et du résumé des données graphiques.
- -La principale caractéristique de ce système est sa capacité d'apprendre, de réfléchir, de critiquer et de créer. Au lieu de répondre passivement aux interrogations et aux demandes confuses de l'utilisateur, il permet la pensée analogique, le dialogue contradictoire et l'acquisition de connaissances.

Le système est connu pour l'archivage de documents d'architecture dans les musées, les agences et les institutions.

Le projet du Thésaurus est conduit par Sinan Inanc. Il fait partie intégrante du programme du groupe de recherche sur les systèmes de connaissance graphique de l'Université de technologie de Delft, qui est dirigé par Alexander Tzonis. Le Thésaurus est rattaché divers autres projets - déjà aboutis, ou encore en cours - menés par le groupe. Celui-ci a poursuivi des études approfondies sur la nature et l'automatisation du processus de dessin, ainsi que sur la recherche en matière d'archives historiques et de publications. Le Thésaurus répond de manière opportune à un besoin actuellement très important dans le monde de l'architecture de la recherche architecturale, au niveau théorique aussi bien que historique, qui entraîne la manipulation de masses toujours plus importantes d'informations visuelles. Le système permet d'utiliser des innovations majeures dans le domaine de l'électronique et du traitement de l'information.

De manière évidente, il répond aussi à des besoins de l'enseignement de l'architecture.

Le projet de Thésaurus combine les besoins pragmatiques cités ci-dessus et des investigations scientifiques dans les secteurs de la connaissance visuelle et graphique, de la théorie et la méthodologie architecturales, de l'histoire de l'architecture, et des systèmes informatiques.

L'arrière-plan

Avant la Seconde guerre mondiale, l'architecte produisait peu de dessins destinés à la présentation architecturale ou commerciale d'un projet.

Les croquis et les ébauches préliminaires pouvaient se montrer très nombreux (ils se chiffraient par centaines chez Le Corbusier, Aalto ou Mies) mais ils constituaient un ensemble de documents à visée essentiellement privée. Une fois la construction d'un bâtiment achevée, la plupart de ces dessins ne présentaient généralement plus qu'un intérêt très réduit. A quelques rares exceptions près, jusqu'à une date très récente, le problème de la collecte et de la gestion des archives visuelles ne se posait pas.

Vers le milieu des années 1970, cependant, la situation a radicalement changée. Pour des raisons technologiques aussi bien que juridiques, la masse de dessins de présentation s'est énormément accrue - au milieu des années 1980, l'agrandissement de la *National Gallery de Londres* par *Venturi & associates* a ainsi exigé plus de 100 000 documents de travail.

Les professionnels et les enseignants ont modifié leur attitude, glissant vers une prise en compte du contexte historique. Désormais, la conception est considérée comme liée à une tradition et aux solutions trouvées précédemment.

L'intérêt des historiens pour le processus de conception, les ébauches préliminaires et autres illustration de la genèse de la construction est devenu une des tendances primordiales de la recherche - d'où la prolifération d'archives d'architecture partout dans le monde.

La conjugaison de tous ces facteurs a induit un nouveau problème : comment parvenir à réunir, à organiser et à gérer des masses de documents visuels pour constituer des archives ?

Alexander Tzonis s'est alors lancé dans son projet de publication systématique de collections complètes d'archives d'architecture : les Garland Architectural Archives de New York. Le projet a conduit à la publication de plus d'une centaine de volumes.

Puis, dans les années 1990, la situation s'est transformée une fois encore. Pas seulement à travers l'accroissement du nombre des archives d'architecture - désormais présentes dans le monde entier à l'intérieur des musées, des bibliothèques, des agences d'architecture publiques et privées, des universités, mais aussi par leur utilisation plus fréquente à des fins professionnelles, historiques ou pédagogiques. Fondées sur les techniques utilisées en archéologie et en histoire de l'art, les méthodes traditionnelles de conservation, d'organisation et de présentation des documents visuels d'architecture ont cessé d'être satisfaisantes. Les collections de documents, pas plus que les ouvrages qui reproduisent des collections de ce type, ne peuvent répondre à ce nouveau flux d'activité. La réponse à ces besoins nouveaux réside dans les archives électroniques, qui font appel aux technologies nouvelles.

Le Thésaurus d'archives visuelles a été précédé par l'émergence de systèmes permettant de classer les documents visuels et leurs publications.

Au départ, les institutions spécialisées dans le traitement du matériel de documentation architecturale se montrèrent peu nombreuses - le *Royal Institute of the British Architects et la Avery Library* représentent sans doute les exemples les plus importants de ce type. Les premiers systèmes reposaient sur des méthodes de classement utilisées en archéologie, histoire de l'art, muséologie et documentation. Dans ce secteur, le Répertoire d'art et d'archéologie (R.A.A.) français et le Répertoire international de la littérature d'art (R.I.L.A.) américain ont exercé une influence déterminante.

La technologie assistée par ordinateur

L'exploitation du potentiel informatique par l'histoire de l'art et de l'architecture, l'archéologie et le dessin architectural en relation avec le problème de l'archivage de documents peut être résumée comme suit :

D'abord de la création de bases de données qui permettent la recherche de documents grâce à des systèmes d'indexation. De manière caractéristique, des systèmes de ce type permettent les recherches à entrées multiples qui, pour les modèles manuels antérieurs, se montraient très lentes et très coûteuses ; le développement de systèmes "d'Hypercard" et "d'Hypermedia" qui, en rattachant l'information de base aux documents visuels, facilitent l'identification, la compréhension ou encore une utilisation nouvelle du document.

Plusieurs systèmes de ce type sont appliqués aux grands problèmes historiques en lien avec des projets de publication ou bien des collections de musées. L'un des plus innovants est *Perseus*. Soutenu par plus de vingt établissements d'enseignement américains, le projet combine une bibliothèque de vingt-cinq volumes de grec ancien, un lexique, le plus grand corpus de documents de l'art grec jamais publiés conjointement, un atlas de cartes de l'Antiquité et de 800 sites détaillés, une ency-

clopédie sur l'histoire, l'archéologie et la géographie.
Autre projet déterminant rattaché à un musée, le *Wexner Learning Centre* : un environnement assisté par ordinateur qui ouvre aux visiteurs du *Holocaust Memorial Museum* de Washington la possibilité d'une leçon auto-dirigée sur l'holocauste. Il relie les photographies et les cartes à des séquences filmées, des témoignages oraux, une chronologie jour par jour, du matériel de base sous forme de 1 300 articles de la *Macmillian Encyclopaedia of the Holocaust*, et de la musique.

Les nouvelles technologies
Les premières bases de données classiques étaient des systèmes assistés par ordinateur facilitant le stockage et la consultation de masses d'information organisées sous forme de collections de dossiers qui, tous, contenaient des éléments classés. Dans des systèmes de ce type, un sujet stocké pouvait être retrouvé grâce à l'utilisation d'indices, les ordinateurs ne faisant qu'accélérer le recours aux entrées multiples. Durant les deux dernières décennies, on a peu à peu abandonné des systèmes passifs aussi simplistes et rigides, qui ne traitaient que les données alphanumériques, au profit de systèmes globaux plus dynamiques et plus souples.
L'ordinateur est utilisé comme une machine déductive. Plus précisément, nous assistons au développement de systèmes fondés sur la connaissance, qui intègrent sous forme de règles l'expérience complexe d'un secteur spécifique d'une discipline ou d'une activité professionnelle.
A des systèmes multimédias faisant simultanément appel à des images et à d'autres formes d'information ;
Ou encore des systèmes multi-modals de techniques informatiques avancées qui, conjugués avec des systèmes multimédias, traitent l'information en menant à bien des taches telles que : la récapitulation de données, la sélection et la compression d'informations, l'assemblage de modèles basés sur le contexte, l'extraction de règles implicites contenues dans les données, la prise de décision à la lumière d'informations incomplètes ou absentes. L'un des aspects extrêmement importants de ces techniques informatiques avancées est leur capacité d'apprentissage.

Les attentes de l'utilisateur
Les trois points traités précédemment correspondent parfaitement avec les demandes spécifiques que présentent aujourd'hui les utilisateurs d'archives d'architecture, qu'il s'agisse de projeteurs, d'historiens ou encore d'étudiants.

Voici un abrégé de ces demandes.
-Manipuler des masses de données visuelles - en fait les centaines de milliers d'images qui sont stockées dans les archives de bureaux de dessin, dans des musées ou des bibliothèques.
-Fournir en un laps de temps très court des sous-ensembles de données. Cette exigence qui porte sur le temps n'a cessé de s'accroître depuis le développement de l'archivage informatisé des documents d'architecture.
-Offrir des points de vue contradictoires, qui autorisent une interprétation flexible et dynamique. Selon la personne qui l'examine - architecte, ingénieur, archéologue ou historien- le même ensemble de documents a une signification totalement différente. Et même l'intérieur de chacune des catégories citées, un même document connaît des interprétations multiples liées au problème particulier auxquels ses utilisateurs sont confrontés.
-Intégrer des données et de sources d'information très diversifiées en offrant, avec les documents visuels des archives, les indications sur le contexte et le matériel de soutien (textes, dictionnaires, tableaux) nécessaire à l'interprétation et à l'utilisation des images.
-Effectuer une recherche générale et synthétique à travers le matériel des archives plutôt que la présentation par bribes d'un document.
-Extraire des archives un savoir structuré plutôt que des faits isolés.
-Considérer les archives comme un mode d'enseignement, une expérience dynamique et non comme un simple dispensateur d'informations.

Les critères opérationnels
Dans sa réponse aux demandes de l'utilisateur énumérées ci-dessus, le système d'archives architecturales doit satisfaire certains critères opérationnels.
-Afin d'avoir la possibilité de gérer efficacement des masses de données visuelles, il doit être capable de compresser les données et de résumer les modèles de figures.
-L'accès aux documents doit pouvoir se faire de multiples manières, en ayant recours à des indices pondérés ou structurés pour répondre aux divers points de vue des utilisateurs et à leurs positions différentes lors de l'utilisation du système.
-Au-delà de l'indexation des documents, leur accès doit pouvoir s'effectuer par des procédures intelligentes comme la reconnaissance des ressemblances, ou l'analogie avec des prototypes sélectionnés et des exemples.

-Si le raccordement de données avec d'autres informations contenues dans les archives se montre important, il faut aussi et surtout qu'elles trouvent leur place dans le contexte de l'ensemble de connaissances. Le document est donc placé dans un ensemble d'informations structurées selon leur situation prototypique - la solution de problèmes de dessin ou de recherche historique - que nous appelons des "scénarios" ou des "scripts" à usage documentaire.
-Par ailleurs, l'utilisateur devrait se voir proposer la possibilité d'une recherche à l'aide de "cartes", un cadre cognitif apparaissant sous la forme de graphiques informant l'usager sur sa position à l'intérieur du système ou bien lui proposant des "voyages organisés" reliés aux problèmes graphiques spécifiques ou très courants ou aux problèmes historiographiques. Le Thésaurus devrait également offrir un "journal de bord" afin de consigner le chemin emprunté et les découvertes réalisées par l'usager en cours de route.
-Il existe aussi un second niveau, à côté de ce qui précède, dans lequel l'utilisateur peut acquérir des connaissances. A ce stade, le système est doté de mécanismes de pari qui peuvent être lancés au moment jugé nécessaire. Ces mécanismes sont capables d'identifier les concepts implicites l'intérieur des informations, comme de découvrir des modèles, des relations et des règles. Ces opérations se réalisent grâce aux applications des techniques d'inférence statistique et aux méthodes de raisonnement par analogie.
-A un niveau supérieur, le Thésaurus contient un métasystème capable de décrire, d'expliquer, de modifier jusqu'à un certain point les outils conceptuels (les présuppositions épistémologiques et les hypothèses de valeur) à l'intérieur desquels fonctionne l'utilisateur du système.

A ce niveau, l'usager peut :
-identifier et contrôler les conflits lorsque l'utilisation du système produit des résultats contradictoires ;
-identifier les raisons pour lesquelles le système fournit des résultats qui sont en désaccord avec l'intuition et le bon sens
-faire des choix qui modifient, de manière circonscrite, les hypothèses et les présupposés du système.

Applications
Le Thésaurus peut être utilisé dans de nombreux domaines professionnels et universitaires.
-Les agences d'architectes
Pour faciliter l'utilisation de solutions architecturales antérieures en tant que système de soutien des connaissances
Pour servir de base de données graphiques et photographiques.
-Les bibliothèques d'architecture
En tant que guide de référence intelligent pour les documents visuels.
-Dans les activités éducatives
Pour organiser des bases de données sur les solutions en architecture et des ouvrages de documentation sur l'architecture.
-Les musées et les collections privées
Pour offrir un soutien au système d'accès intelligent aux informations visuelles ainsi qu'aux documents qui facilitent leur utilisation et leur interprétation.
-Les archives nationales et locales d'architecture.

***Case book* : La classification des plans de niveau grâce à l'informatisation paresseuse**

Il s'agit d'un système spécifique élaboré à l'intérieur du cadre général du Thésaurus et destiné à favoriser le souvenir de solutions de dessins précédentes pour les architectes en exercice. Le but de ce système est l'application des techniques informatiques pour permettre aux praticiens d'accéder à des informations spatiales en provenance de sources à très grande échelle en conjuguant une extrême souplesse dans les critères et le minimum de préjugés.
Des schémas accompagnent souvent l'étude des artefacts architecturaux afin d'éclairer les caractéristiques spatiales. Les plans de niveau sont des représentations de choix pour l'information spatiale. Ils sont éloquents, faciles à lire et familiers. Nous avons donc décidé d'utiliser les plans de niveau comme représentation centrale et nous avons conçu un système de recherche d'informations (CaseBook) sur les unités d'habitation. CaseBook utilise les plans de niveau comme représentation centrale pour le stockage, la classification et la recherche. Afin de refléter la souplesse d'interprétation nécessaire au secteur architectural qui se montre complexe et confus, la flexibilité du modèle de classification a fait l'objet de soins attentifs. L'application de ce que nous appelons une "informatisation paresseuse" - une extraction spécialisée caractérisée dans l'automatisation et par la classification à la demande - permet d'atteindre la flexibilité recherchée. Au lieu de poser des questions en utilisant des mots, l'architecte peut recourir au mode graphique en se servant d'exemples, des plans préexistants. Le système classe les plans de construction sélectionnés par ordre de ressemblance avec l'exemple qu'a choisi l'utilisateur.
Les plans de niveau sont des représentations éloquentes, faciles à lire et familières de l'information spatiale. Notre recherche est axée sur les problèmes liés au traitement et à la

classification qui compliquent l'utilisation de plans de niveau en tant qu'éléments caractéristiques essentiels pour exprimer les caractéristiques spatiales. Etant donné la complexité des artefacts architecturaux et leur interprétation très dépendante du contexte, il est peu réaliste d'attendre l'apparition d'un ensemble unanimement accepté de connaissances sur un secteur précis. Les objets d'information spatiale sont donc soumis à des interprétations très diverses. Afin de répondre à cette souplesse d'interprétation, nous avons choisi l'approche de l'informatique paresseuse. Elle est qualifiée ainsi à cause de sa tendance à esquiver ou à retarder autant que possible la responsabilité de choix de classification difficiles. Contrairement à des démarches "passionnées", qui compilent les informations pour aboutir à des abstractions concises, l'informatique paresseuse se montre peu disposée à effectuer un travail préliminaire inutile.
La faisabilité et les résultats de notre approche sont testés au travers de CaseBox qui, pour le moment, se focalise sur le secteur des plans de niveau d'habitation.
En fonction des critères définis par l'utilisateur, la classification des cas repose sur des évaluations de ressemblance. Des questions à partir d'exemples permettent de retrouver des plans stockés dans l'ordinateur.

AN ARCHITECTURAL THESAURUS WITHOUT WALLS:

An Information System for an Electronic Archive of Visual Architectural Documents

By Sinan Inanc and Alexander Tzonis

The aim of the computer-based Information System for Architectural Visual Archives under development by the Design Knowledge Systems Research Group is to: 1) provide interactive, electronic access to collections of drawings and other visual records 2) associate them with other relevant information stored in the system, and 3) infer out of the data stored in the system, implicitly or explicitly, new knowledge.
The System works as an organized memory of design experiences whose structure reflects the structure of architectural knowledge domain constraints. It embodies a coherent corpus of theory embedded in procedures through which the stored data can be used, the organization through which the records are analysed and treasured. Because of the virtual, structured nature of the information, we call the system '"Thesaurus Without Walls"', recalling both the pioneering work of Rogets and the memorable phrase of André Malraux.

The following article presents on one hand the general strategy towards the development of such Thesaurus, on the other a very specific system, A CaseBook: Classification of housing floor plans by lazy computation being worked out by Sinan Inanc.

Fundamental presupposition of developing the System is that knowledge of precedents in design as these are recorded in drawings play an important role in architectural history as well as in creative design. The organization and performance of the system responds to the pragmatic constraints and needs posed by the use of such archives today as these emerge due to:

-the enormous volume of documents
-the iconic nature of the documents

-the multiple meanings and uses of these archives posed by the great variety of users, professionals, architects, historians as well as students.

To overcome the above difficulties, the digital library of documents is conceived as a knowledge-based, intelligent system rather than a traditional catalogue packaged in the memory of the computer and indexed alphabetically and thematically. Three strategies are followed in the intelligent system development:

-The organization of the system reflects the knowledge structure of architecture as a discipline, as it is expressed in theory and methodologies of design, and architectural history. It also incorporates visual and spatial cognition constraints.
-The structure of accessing records in the system and retrieving information from it is problem-solving-based. It corresponds to the pragmatics of usage as those are defined by professional users, designers or historians.
-The systems exploits current vision computational technologies of image processing, feature-based analysis and recognition of patterns, classification and summarization of graphic data.

Basic attribute of the system is its adaptive learning, reflective, critical, creative character. Rather than passively responding to the user's queries or unstructured browsing demands it offers possibilities for analogical thinking 2) dialogical disputation and 3) knowledge discovery.

The system is oriented to serve archival collections of architectural documents in museums, architectural firms, or institutions.

The project of the Thesaurus is carried out by Sinan Inanc. It is integral part of the research program of the Design Knowledge Systems research group of the University of Technology Delft directed by professor Alexander Tzonis. It is linked with several projects already underway or completed by the group. The Design Knowledge Research group has carried out extensive research into the nature and automation of the design process, as well as archival historical research and publications.

The Thesaurus is timely and it responds to a major need today in

- architectural profession 2)discipline of architectural studie, theoretical heoretical as well as historical which require to handle growing masses of visual data on the other have the opportunity to use major innovations in electronic, information processing technology. Without doubt it responds also to needs in architectural education.
The Thesaurus project combines to above pragmatic needs with scientific investigations in the fields of:
- visual and design cognition,
- architectural theory and methodology,
- architectural history,
- computation science and information systems.

Background
Until the Second World War the quantity of end drawings produced by an architect in relation to a project, architectural presentations as well as shop drawings were very few.

Preliminary sketches as well as preliminary versions, however, could be numerous (in the hundreds, as in the case of Le Corbusier, Aalto or Mies Van Der Rohe) but these drawings constituted a set of documents mostly of private importance. In general, once a building was constructed, most of its drawings had very limited value. With very few exceptions, up to very recently, the problem of constituting and handling an architectural, visual archive was almost non-existent.

By the end of the mid-1970s, the situation changed radically.
-the quantity of presentation and shop-drawings, due to technological as well as legal reasons, increased dramatically. (By mid-1980s the addition to the National Gallery in London by Venturi and his associates required over 100.000 working drawings).
-the attitude of professional designers as well as educators of architecture has shifted giving importance to historical context. Design is seen as carried out within a tradition and precedent design solutions.
-the preoccupation of architectural historians with design process product, the preliminary drawings and other data documenting the genesis of a building, becomes mainstream trend of research. Thus the emergence and proliferation of architectural archives as institution all over the world.

The combination of the above to changes presents a new problem: how to constitute, organize and handle masses of visual documents in the framework of an Archive.

It was within this time that Alexander Tzonis begun his project of systematic publication of entire collections of visual architectural

archives, the Garland Architectural Archives in New York. The project led to the publication of over 100 volumes.

By the 1990s the situation has changed once more. Not only is the number of Archives of Architecture around the world enormous in museums, libraries, architectural offices, private and public, and universities, but also the frequency of their use and cross reference, for professional, historical or pedagogical purposes has mounted. Traditional ways of storing, organizing and handling architectural visual documents, based on archaeology and art history methods, library science and simple practical intuition are no longer sufficient. Neither the physical collection of documents nor books publishing such collections can accommodate this increased activity. To this new need responds the new technology of electronic archives.

There are two developments leading to the Computational Systems for a Thesaurus for Visual Archives of Architecture:

- The emergence of cataloguing systems of architectural visual documents and their publications.

Originally, few institutions had focussed exclusively in organizing architectural documentation material, the Royal Institute of the British Architects and Avery Library being among the most notable ones. Each of them developed a system for storing and referring to their architectural documents. These early systems relied on ways of cataloguing in archaeology, history of art, museology and library science. They were not custom made for architectural material. In this two major systems have been influential internationally, the French Repertoire d' Art et Archaeologies (R.A.A.) and the US Repertoire International de la Literature d' Art (R.I.L.A.).

Computer-based technology

The exploitation of the potentials of the computer by art and architecture history, archaeology and architectural design in relation to the problem of archivals of architectural documents can be summarized as follows:

-Development of data bases which permit the retrieval of records through indexing systems. Characteristic of such systems is the capability of using multiple entry search which for previous manual systems was extremely costly and slow.

-The development of Hypercard, Hypermedia systems linking of background information to visual documents enhancing the identification, explanation , or further use of the document.

There are several such systems applied to broad historical problems related to publication projects or to museum collections. One of the most innovative ones has been Perseus. The project supported by over twenty U.S. educational institutions, combines a library of 25 volumes of Ancient Greek authors, a Lexicon, the largest corpus of Greek art image documents ever published collectively, an atlas of regional maps of antiquity and 800 sites in detail, an encyclopaedia related to historical, archaeological and geographical data bases.

An other milestone project related to a museum has been The Wexner Learning Centre the interactive computer-based environment which provided the visitors of the Holocaust Memorial Museum in Washington D.C. with an opportunity for a self-directed learning about the Holocaust. It links photographs and maps with film footage, oral history testimonies, a daily chronology, background material from thirteen hundred articles from the Macmillian Encyclopaedia of the Holocaust and music.

New technology

Originally conventional databases were mechanized computer-based systems facilitating storage and retrieval of masses of information organized as collections of files, each of which contained classified objects. In such systems one could retrieve a stored item through the use of indices, computers simply speeding up the use of multiple entries. During the last two decades the tendency has been to move away from such simple, rigid, passive systems, dealing with alphanumeric data only, towards more inclusive, flexible, dynamic ones.

The computer is used as an inference machine.
More precisely we have the development of:

-Knowledge Based Systems which incorporate complex experience from a specific domain of a discipline or professional activity in the form of rules.

-Multimedia Systems handling simultaneously iconic and other forms of information.

-Advanced computation techniques Multi-Modal Systems which in combination with Multimedia Systems process information intelligently carrying out tasks such as: data summarization, clustering and compression of data, context-based matching of patterns, extraction of implicit rules out of data, taking decisions in the light of missing or fuzzy information. A most important aspect of such advanced computation techniques is their learning capabilities.

User requirements

All the above three developments in computer-based systems fit perfectly with the characteristic demands of Architectural Archive users today, whether they are professional architectural designers, architectural historians or students. In brief, here is a list of such characteristic use-requirements:

-Handling of masses of visual data, practically hundreds of thousands of image documents which contemporary Archives in design offices or in museums and libraries contain.

-Retrieving sub-sets of data from the Archive in very short time. This pressure on time efficiency in fact has been constantly increasing as the use of computerized visual architectural archives grows.

-Offering alternative points of view permitting a flexible, dynamic interpretation. The same set of documents mean very different things to an architect, a structural engineer, an archaeologist and a cultural historian Even within each of the above professional or discipline categories there are multiple interpretations of the same document depending on the context of the particular problem the user faces.

-Integration of multiple kinds of data and knowledge sources, with the visual records of the Archive, contextual references and support material (texts, dictionaries, tables) applicable for the interpretation and use of the visual records.

-Systemic, synthetic searching through the material of the Archive rather than piece-meal retrieving of a record.

-Extracting out of the Archive structured knowledge rather than single facts.

-Considering the use of the Archive a learning, dynamic experience rather than dealing with it as a data dispenser.

OPERATIONAL CRITERIA

In response to the above user demands the proposed Architectural Archive System has to satisfy certain operational criteria:

-In order to have the capacity to handle masses of visual data efficiently it must be able to compress visual data and summarize figural patterns.

-The documents have to be accessed through multiple ways employing weighted or structured indices or multiple types to respond to the different points of view of the users and their different intentions in using the system.

Beyond the use of indexing the documents have to be accessed by intelligent procedures such as recognition of similarity or by analogy to prior selected prototypes or examples.

-Even more important than linking documents with further data in the Archive is their nesting in the context of complexes of knowledge. Thus, the record is situated in a complex of information structured in terms of prototypical conditions, of design or historical research problem solving, which we call "scenarios" or "scripts" of record usage.

-In addition the user should be offered the option to search supported by "maps", cognitively organized framework represented in the form of flow charts informing the users about their position within the system, or offering "scheduled tours" related to specific generic or highly frequent design or historiographic problems, if and when the users require this help. The Thesaurus ought to supply also a "log book," to record the path followed by the user and the findings accumulated along it.

-Next to above there is a second level on which the user can acquire knowledge. On this level the System is endowed with in betted routines to be mobilized if and when needed which can identify concepts implicit in the data as well as discover patterns, relations and rules. This is carried out through the applications of a) statistical inference techniques, b) reasoning by analogy methods.

-On a higher level the Thesaurus contains a metasystem capable to a. describe, b. explain, c. to some degree modify the conceptual tools, epistemological presuppositions value assumptions, within which the user of the system operates.

On this level the user can:

a. identify conflicts in case the use of the system produces contradictory results and control them;
b. identify the reasons the system produces results which disagree with intuition and common sense perceptions;
c. make choices modify, in a restricted way, assumptions and presuppositions of the System.

Applications
The Thesaurus can be applied in several academic and professional domains:
- Architectural offices:
-to assist the use of architectural precedents employed as a knowledge support system.
-to serve as a data base of office drawings and photographic documents.
-Architectural libraries:
-intelligent reference guide to visual documents.
-Educational activities:
-to organize data bases of architectural precedents and architectural knowledge manuals.
- Museums and private collections:
-provide a support system for intelligent accessing to architectural visual data and relevant documents enhancing their use and interpretation.
- State and City visual architectural archives.

A CaseBook: Classification of housing floor plans by lazy computation
This is a specific system under development within the general framework of the Thesaurus, for practicing architects to facilitate recalling precedent design solutions. The goal of this system is to implement computational techniques that allow architectural practitioners to access spatial information from large-scale information resources with the greatest flexibility of criteria and the minimum of prejudice.

Diagrams often accompany studies of architectural artifacts to clarify the spatial characteristics. Floor plans are representations of choice for spatial information. They are expressive, readable and familiar. Consequently, we have decided to use floor plans as core representation and designed an information retrieval system (CaseBook) in the domain of residential units.

CaseBook uses floor plans as core representation for storage, classification and retrieval. In order to reflect the plasticity of interpretation inherent to complex and fuzzy architectural domain, most attention is directed towards the flexibility of classification scheme. The intended flexibility is reached through the application of what can be called lazy computation by automatic feature extraction and classification on-demand. Instead of asking questions using words the architect can place queries graphically using examples, preexisting layouts. The system ranks retrieved building plans by their similarity to the example layout given by the user.

Floor plans are expressive, easy to read and familiar representations for spatial information. Our research addresses processing and classification related problems that complicate the deployment of floor plans as the core distinguishing element to express spatial characteristics. It is unlikely to expect the development of generally agreed body of explicit domain knowledge due to the complexity of architectural artifacts and context dependency of their interpretation. There for, spatial information objects are subjects to various interpretations. In order to deal with this plasticity of interpretation, what can be called lazy computational approach is chosen. It is called lazy because of the preference to evade or defer the responsibility for ungrateful classification decisions as much as possible. In contrast to eager approaches that compile data into concise abstractions, lazy computation is computation that is less disposed to do unnecessary early work.

Feasibility and outcomes of our approach are tested through CaseBook which for the moment focused on the domain of housing floor plans.

Classification of cases relies on similarity measurements according to user-defined criteria. Stored layouts can be retrieved through queries by examples.

LA BIOLOGIE ET L'INFORMATIQUE AU SERVICE D'UNE RÉVOLUTION DANS LA PRATIQUE ARCHITECTURALE

Par Karina Moraes Zarzar

On pourrait croire que le rapprochement entre l'architecture et la théorie de l'évolution coïncide avec la publication du livre de Charles Darwin, " de l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle " (1859), mais l'idée d'évolution imprégnait déjà auparavant la pensée d'architectes et de théoriciens tels Semper ou Viollet-le-Duc. En fait, ils s'inspiraient fortement de l'anti-évolutionniste Cuvier (voir Steadman, 1979). Dans "De l'ouvrage", Darwin lui-même n'utilise qu'une seule fois le terme "évolution", car à cette époque le mot était employé par les biologistes dans le sens de développement/évolution de l'embryon, tandis que, chez les architectes et les théoriciens de l'esthétique, cette notion était associée à l'idée d'amélioration et de progrès.
L'utilisation de cette analogie ne prouve cependant pas que le modèle de l'évolution biologique convient à l'architecture ou au processus architectural. Les chercheurs l'utilisent pour explorer leurs similitudes et pour trouver des idées sur la manière de traiter le problème des transformations des plans. Mais, pour engendrer des outils efficaces, l'analyse doit être planifié et systématisé.
Cet article vise donc à montrer comment sont employés les modèles évolutionnistes dans la conception architecturale fondée sur l'informatique, en soulignant leurs avantages et leurs défauts. Nous passons, d'abord, brièvement en revue les problèmes que rencontre une définition de l'architecture évolutionniste. La deuxième partie décrit rapidement certaines applications, diverses erreurs ayant trait à la notion d'évolution, certains malentendus dans l'application du modèle évolutionniste au dessin d'architecture, et elle compare divers concepts avec ceux utilisés dans le modèle darwinien et la génétique. Enfin, la troisième partie propose un résumé et quelques-unes des leçons à tirer de l'utilisation du modèle évolutionniste.

L'architecture évolutionniste
Il est difficile de définir le procédé graphique employé dans l'architecture évolutionniste, car il correspond à des emplois différents. Ainsi, " Evolutionary Architecture " (1999), d'Eugène Tsui, ne contient aucune mention directe des outils informatiques, tandis que ceux-ci constituent le point de départ dans An Evolutionary Architecture, de Frazer (1995). Ces deux auteurs utilisent l'analogie avec le modèle évolutionniste, mais à partir de conceptions passablement différentes. L'architecture évolutionniste de Frazer s'efforce d'imiter le processus de l'évolution, et son outil informatique est censé engendrer une forme architecturale. Tsui, lui, s'intéresse davantage à ce qu'enseignent les phénomènes naturels, l'habitat animal et son adaptabilité à l'environnement, les matériaux et les techniques utilisés (voir illustration 1).

Illustration 1 : Le travail d'Eugène Tsui.

On parle aussi de conception évolutionniste pour désigner la transformation des formes - qui n'inclut pas le concept de "fonction" si spécifique à l'évolution naturelle -, en même temps que pour représenter le progrès, plus difficile à expliciter. L'évolution comme le progrès indiquent une amélioration, et tous deux intègrent implicitement l'idée de temps. Cependant l'évolution subit les contraintes du temps et de l'environnement, alors que dans la notion de progrès on perçoit le poids de l'universalité. Par ailleurs, l'évolution est liée au hasard, et une catastrophe peut même représenter une chance de survie pour certaines espèces. L'évolution et le progrès ne parviennent donc à coïncider que si l'on admet idéalement que l'environnement est unique et non modifiable, ou bien toujours meilleur que ce qui a précédé - et seulement à ces conditions-là.
Actuellement, hormis quelques exceptions comme l'architecture de Tsui, la plupart des modèles évolutionnistes partent d'opérations informatiques, et l'on a plus souvent recours aux algorithmes génétiques. Selon Dipankar Dasgupta et Zbigniew Michalewicz : "On peut faire remonter le début des algorithmes génétiques au début des années 1950, époque des différents biologistes ont utilisé des ordinateurs pour représenter des systèmes biologiques. Mais ce sont les travaux réalisés sous la direction de John Holland à la fin des années 1960 et au début des années 1970 à l'université du Michigan qui ont conduit aux

algorithmes génétiques connus aujourd'hui" (Evolutionary Algorithms, an Overview, p. 6).
Le modèle évolutionniste de John Holland part d'une analogie avec le modèle darwinien et avec la génétique. Mais Holland prévient : "Le lecteur doit été informé que les principaux opérateurs (...) sont plus ou moins idéalisés. Cela vise à mettre l'accent sur les fonctions basiques des opérateurs, aux dépens de l'exploration du mécanisme biologique complexe et fascinant qui sous-tend leur fonctionnement. Nous nous sommes toutefois efforcés de maintenir une correspondance suffisamment étroite pour que les résultats puissent facilement être reconvertis dans le contexte biologique d'origine" (Adaptation in Natural and Artificial Systems, p. 97). Comme dans toute analogie heuristique, Holland réduit le modèle darwinien à la gestion de problèmes tels que l'optimisation. Son algorithme a prouvé son efficacité dans de nombreux problèmes portant sur des domaines différents ; cependant, les chercheurs en matière de dessin évolutionniste ont modifié l'algorithme génétique de Holland de bien des manières lorsqu'ils se sont attaqués à des questions complexes impliquant des problèmes de conception mal définis.
La suite de cet article analyse trois applications représentatives, qui abordent la conception architecturale selon des angles et des niveaux différents. Toutes trois montrent clairement les problèmes et les erreurs de l'analogie.

Description et analyse rapides de trois applications de la conception évolutionniste

Pour résoudre les problèmes en matière de conception, les architectes utilisent intensément leur domaine de connaissance sur la conception inhérente à ce processus. Concevoir de nouveaux outils pour seconder les architectes dans leur tâche demande donc de prendre en compte ce domaine de connaissance, en plus des aspects cognitifs inclus dans l'utilisation de futurs modèles plausibles.
Si l'on veut, à partir d'une étude portant sur les modèles évolutionnistes en architecture au cours des dix dernières années, comprendre les réussites et les ratages des applications, il faut obligatoirement examiner tout le processus de confection d'un outil, en partant de ses objectifs et en passant au crible la terminologie empruntée à l'analogie. Ensuite, on doit se demander à quel niveau hiérarchique se plaçait l'analogie utilisée (au niveau du processus, ou bien de l'objet), ainsi que comment, où et à quel moment le modèle évolutionniste s'est trouvé transformé. En dernier lieu, il faut analyser le domaine de connaissance qu'inclut l'outil et, lorsque cela est possible, évaluer les résultats de celui-ci.

L'accélérateur électronique de construction de scénarios

"Argenia Design", de Celestino Soddu et Enrica Colabella (Université polytechnique de Milan, Italie), est un modèle d'accélérateur électronique de construction de scénarios et de gestion de ces derniers lors du processus de fabrication. D'après Celestino Soddu, "cet outil est, en fait, une conception d'espèces, et il peut être utilisé comme un ADN artificiel pour engendrer une multiplicité d'événements architecturaux et environnementaux".
L'idée de Celestino Soddu et Enrica Colabella s'applique à l'architecture aussi bien qu'au dessin industriel. Pour eux, "l'approche morphogénétique peut faire naître des métaprojets efficaces, qui représentent de nouveaux produits de conception. Il s'agit là en quelque sorte de "produits-idées", capables d'engendrer une chaîne infinie de "produits-objets". Les produits-idées créent un nouveau marché - une société peut, par exemple, acheter un projet-idée mophogénétique de luminaires et se servir de la série infinie de modèles en 3D ainsi créée pour sortir des lampes chaque fois différentes (le projet-idée servira d'outil autoreprogrammable pour les robots). En activant l'outil adéquat sur Internet et en envoyant sa demande à l'entreprise, le consommateur a la possibilité de choisir son objet unique... Et le maire d'une ville peut commander le projet-idée d'évolution de sa circonscription (ce qui implique une complexité de plus en plus grande) et être ainsi capable de contrôler les nouvelles possibilités ainsi que les transformations de l'identité de l'environnement."
Le modèle de Celestino Soddu et Enrica Colabella repose sur une analogie au niveau du processus, en particulier sur le processus de développement des produits-idées, et non pas sur l'évolution des idées, c'est-à-dire le passage d'un produit-idée à un autre.
Il est très important de comprendre le rôle que joue la notion d'"adaptation" dans le modèle de Soddu et Colabella, pour comprendre de quelle manière les auteurs ont adapté, en le réduisant, le schéma de l'évolution biologique. Leur modèle produit les scénarios d'un produit-idée, c'est-à-dire qu'il est spécifique à un type de conception (une "espèce") et ne peut s'appliquer aux projets architecturaux en général. Une fois les paramètres installés à l'intérieur de l'instrument, celui-ci décline des variations sur le même thème. Autrement dit, on peut obtenir ainsi une quantité incommensurable d'exemples et de scénarios capables de fonctionner.
Dans la création de sièges de Soddu (voir illustration 2), le processus n'a lieu que si l'objet est conforme à la série de règles intégrées dans la représentation (idée et logique esthétique). En ce sens, les sièges qui sont engendrés ont la même fonction.

Ce système possède un patrimoine : les sièges sont le fruit d'une même logique intellectuelle et esthétique. Il engendre de la variété - les chaises sont toutes des objets uniques -, et possède un mécanisme de sélection : le client (l'acheteur) choisit de faire fabriquer l'un des sièges en fonction de ses valeurs esthétiques (un mécanisme qui peut être comparé à la "sélection sexuelle"). Le processus n'est cependant pas cyclique. La population qui a été sélectionnée ne produira pas de génération nouvelle. L'évolution n'est pas un processus portant sur une génération. Il ne s'agit pas seulement des changements à l'intérieur d'une génération, mais de l'accumulation de ces variations sur une immense quantité de générations. Après plusieurs générations, on pourrait assister à l'émergence d'un type nouveau, avec peut-être une idée et une logique de conception légèrement différentes.
Dans l'outil de Soddu et Colabella, le savoir de conception est intégré dans des paramètres qui représentent l'idée-produit des auteurs. Dans leur modèle, les concepteurs participent au niveau du produit-idée, mais ils perdent tout contrôle sur le produit-objet engendré par leur logiciel. Comme les clients vont acheter des produits-idées qui peuvent engendrer un nombre extraordinaire de produits-objets, le processus de création se trouvera concentré dans très peu de mains. Et pour ces quelques concepteurs eux-mêmes, le nombre de missions se réduira vraisemblablement. Les droits d'auteur poseront sans doute un problème, car il apparaît très difficile de prouver qu'une "chaise unique" engendrée par l'outil est l'œuvre d'un concepteur donné. De manière indépendante, Darwin et Wallace sont tous deux arrivés à l'idée de la sélection naturelle.

Illustration 2 : Des sièges de Celestino Soddu.

La "conception" des mammifères marsupiaux et placentaires converge, car ces animaux correspondent à la même niche environnementale tant donné que l'outil de Soddu et Colabella produira un nombre illimité de dessins, il est probable que l'on assistera à une convergence des objets conçus, ou tout du moins que l'origine de bon nombre de produits sera sujet à caution.

Le modèle de création de formes

Dans " An Evolutionary Architecture " de John Frazer (Ecole de design, Université polytechnique de Hong Kong) décrit un modèle de création de formes. L'objectif de son modèle est "d'obtenir, dans le bâti, le comportement symbiotique et l'équilibre métabolique qui caractérisent l'environnement naturel".
Son ouvrage va donc "explorer les processus fondamentaux de création des formes en architecture, établissant des parallèles avec une recherche scientifique élargie pour parvenir à une théorie de la morphogenèse dans le monde naturel" (An Evolutionary Architecture, p. 9). Il propose le modèle de la nature comme une force d'exemple, considérant la Forme, l'Espace et la Structure comme l'expression extérieure de l'architecture. Appliquant certaines règles génératives, il va ensuite plus loin et teste son processus d'évolution.
A l'inverse de Tsui, Frazer centre son analogie sur le processus. Au cœur de son étude, la manière dont une graine évolue jusqu'à sa structure finale - autrement dit le développement ou l'épigenèse. Pour aider à comprendre comment Frazer réduit le modèle de l'évolution, voici une rapide description de sa terminologie.
On peut considérer la formation, l'accouplement et le développement des gamètes comme un seul processus. Toutefois, les mécanismes qui interviennent au cours de chacune de ces phases répondent à un ordre déterminé. Frazer, à l'instar de la plupart des scientifiques utilisant les calculs évolutionnistes, intervertit l'ordre des facteurs.
Dans cinq concepts importants au moins, Frazer diverge par rapport au modèle de l'évolutionnisme biologique. Tout d'abord, il se concentre sur le processus évolutionniste au cours du développement d'une graine. Deuxièmement, il utilise un algorithme épigénétique pour multiplier une population par croisements ou mutations. Troisièmement, cette idée de graine diverge de son homologue en biologie : dans cette discipline, une graine correspond à un zygote, une cellule fécondée dans des organismes supérieurs qui engendrera un organisme. La graine de Frazer doit encore être fécondée. Quatrièmement, la fertilisation de la graine est réalisée grâce aux opérateurs génétiques de Holland : le croisement et la mutation. Dans la nature,

le croisement est un mécanisme qui intervient avant la fécondation, au cours de la formation des gamètes. Le croisement (voir illustration 3), qui apparaît durant la méiose, avant l'accouplement, touche individuellement chacun des futurs parents dans la formation de leurs cellules sexuelles (les gamètes). Une gamète possède la moitié des chromosomes de la cellule dont elle émane. Ses chromosomes ne sont pas appariés et, grâce au mécanisme du croisement, ils ne sont pas identiques aux chromosomes de la cellule d'origine. Le processus de reproduction n'implique pas de croisement : les gamètes fusionnent et leurs chromosomes s'apparient pour former la cellule (le zygote).

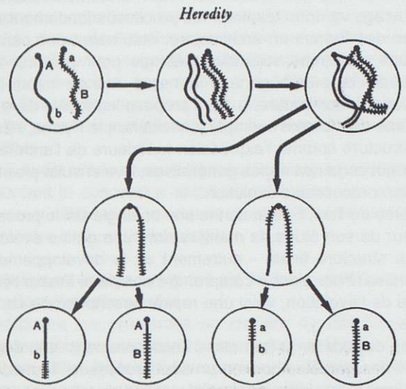


Illustration 3 : Les croisements dans la nature, selon John Maynard Smith (*The Theory of Evolution*, p. 61).
Comportement d'une paire de chromosomes "homologues" durant la méiose. Le chromosome paternel d'origine et les segments de chromosome qui en sont la copie ont été hachurés, même si, dans la réalité, il n'existe pas de différence visible dans une paire de chromosomes homologues.

On appelle épigenèse la transformation de ce zygote en un organisme grâce à la croissance, la morphogenèse et la différenciation.
Cinquième trait divergent dans le modèle de Frazer : le rôle de l'environnement dans la transformation de la graine en organisme. La graine de Frazer se développe en accord avec son environnement. Celui-ci est également susceptible de se modifier au cours du processus et, là encore, il pourra fortement influer sur la croissance de la graine. L'idée d'adéquation, chez Frazer, diverge donc de l'idée biologique : dans sa théorie, la sélection naturelle n'intervient pas, puisque les changements de l'environnement réorientent immédiatement le développement de l'organisme. Pour Frazer, l'adéquation est telle que, si l'environnement artificiel subit une modification, la croissance de la graine, par automatisme cellulaire, devra obligatoirement s'adapter à la situation nouvelle.
Dans son outil, Frazer a intégré un savoir conceptuel sur la production de formes. Comme l'architecture ne se cantonne pas à la forme, mais lui ajoute la fonction, on pourrait en conclure que le savoir du système n'est pas suffisant pour produire de l'architecture (voir illustration 4).
Le bâti contient des fonctions qui sont conservées et classées dans la mémoire des architectes. Les plans qui ont fonctionné de manière satisfaisante se trouvent mémorisés ; ils seront réutilisés et adaptés aux situations nouvelles. Les applications de l'outil de Frazer n'intègrent pas le savoir en matière de plans qui aiderait les architectes à "conserver et à réutiliser" certaines de leurs solutions efficaces, pas plus que l'environnement physique du bâti ou les aspects sociaux inhérents au projet. Les utilisateurs et les clients peuvent s'amuser avec le système, mais, en fin de compte, ils ne font que jouer avec la forme.

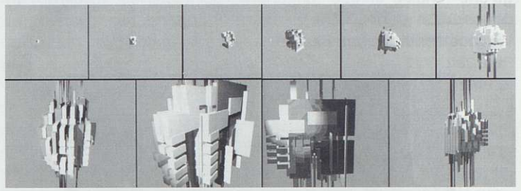


Illustration 4 : L'évolution chez John Frazer.

En matière de procédure, Frazer ne considère pas les architectes et leur pratique comme la cible de son outil. Les architectes qui désirent l'utiliser doivent s'adapter à une méthodologie imposée. Dans son article écrit en collaboration avec J.M. Connor, "A Conceptual Seeding Technique for Architectural Design" ("Une technique d'ensemencement conceptuel pour le dessin d'architecture"), Frazer dit qu'il "rejette l'idée selon laquelle une approche du dessin d'architecture conceptuel devrait refléter la méthodologie architecturale parce que, premièrement, le processus actuel est fondamentalement insatisfaisant dans toutes ses formes connues et qu'il ne sert à rien de l'imiter. Deuxième raison : "imiter la méthode humaine n'est sans doute pas une utilisation très imaginative de la machine".
Se servant d'autres termes dans "An Evolutionary Architecture" ("Une architecture évolutionniste"), il indique que ses outils "ne sont absolument pas prévus pour renforcer les pratiques existantes".
Dans son analyse et sa critique de l'outil de Frazer, Lawson indique que le générateur est " surprenant mais prévisible, donc non réellement créatif ", et que "l'expérience et les compétences exigées du projeteur pour utiliser ces instruments pourraient s'avérer très différentes de celles que nécessite le processus de conception traditionnel".

Modèle de représentation génétique : des structures qui utilisent l'auto-apprentissage

John S. Gero (Département d'architecture et de science du design, Université de Sydney, Australie) et ses collaborateurs ont axé leurs recherches sur des modèles de divers types. S'appuyant sur l'article "*Learning Genetic Representations as Alternative to Hand-coded Shape Grammars*" ("L'apprentissage des représentations génétiques comme alternative aux grammaires de formes codifiées manuellement"), les représentations de la forme à leur plus haut niveau de John Gero et de Thorsten Schnier constituent un exemple intéressant, qui se concentre au niveau de la représentation de l'objet conçu. Le but est d'élaborer une représentation de la forme à un niveau plus élevé, en se fondant sur les codes en auto-apprentissage d'une grammaire de forme conçue pour une future "évolution des plans de maisons dans un style architectural spécifique".
L'analogie de Gero et de Schnier se situe au niveau génétique. Au centre de cette étude se trouve "l'évolution des gènes", qui ne correspond pas directement à l'évolution des organismes. La représentation de Gero et Schnier est fondée sur des vecteurs destinés à évoluer et à être reconnus par l'outil, pour constituer ainsi des gènes plus complexes et réduire le nombre de ceux qui sont rattachés à un dessin particulier. La notion d'évolution biologique porte implicitement l'idée d'émergence d'une nouvelle arborescence du dessin, grâce à l'accumulation, au fil du temps, des mutations. Dans ce domaine, le modèle de Gero et Schnier est limité, car leur outil, bien qu'il développe des gènes, ne produit que des maisons du style de Frank Lloyd Wright.
Gero et Schnier suivent ici les idées de Langton sur le génotype et le phénotype, selon lesquelles un génotype est "un ensemble d'instructions génétiques qui constituent le code génétique, alors que le phénotype est la structure correspondant au résultat de l'interprétation du génotype" (Langton, 1988). Cette définition est très comparable au modèle d'évolution biologique.
Le savoir en matière de conception est inclus dans les règles d'une grammaire de formes qui évolue au fil du temps. Cependant, l'utilisation d'une grammaire de formes pour élaborer des plans de maisons a des goulets d'étranglement du genre : "Est-ce que le code évolue ?" et, si c'est le cas, est-ce que les plans de Frank Lloyd Wright évoluent aussi ? Ou bien est-ce qu'ils ont tous, comme le modèle de Soddu et Colabella, les mêmes aptitudes ? Cela pourrait être le cas des gènes évolutionnistes, mais pas de la conception évolutionniste. Si ces gènes pouvaient évoluer vers quelque chose d'inattendu, plutôt que juste vers des gènes plus complexes, il y aurait une chance pour que la grammaire de formes autorise une création au niveau des plans, et qu'elle dépasse l'élaboration de maisons fidèles au style de Frank Lloyd Wright.

Cet article comporte une analyse de trois applications de chercheurs importants qui travaillent dans le domaine de la conception évolutionniste. Le but est de mettre au jour leurs efforts, leurs réussites et leurs carences. A côté de ces exemples et partant de la même analogie, certains outils ont été conçus pour optimiser, réutiliser, adapter et associer des acquis antérieurs en matière de précédents de conception. Ces outils s'efforcent de traiter des problèmes issus de la pratique architecturale ou, c'est bien connu, les architectes font appel à des expériences antérieures pour trouver des solutions. Ils dessinent en partant de plans qu'ils ont précédemment élaborés eux-mêmes, à partir d'exemples enregistrés dans leur mémoire ou leurs archives. Les pratiques précédentes sont réutilisées, améliorées, et ou, adaptées pour répondre à des situations nouvelles. Lorsque les architectes se remémorent successivement ces cas précédents, une sorte de "voie généalogique" de solutions apparaît dans leur esprit. Utilisant cette analogie, on peut dire que les "gènes des objets conçus" se transportent de génération en génération, créant un "processus de conception évolutionniste" (voir illustration 5).

Globalement, l'analogie entre les domaines de l'évolution et la biologie est souvent improductive et mal utilisée. Le problème n'est pas tant que, dans cette pratique de l'analogie, le sens de beaucoup de concepts biologiques se trouve déformé, mais plutôt le fait que l'analogie apporte une vision impropre du processus architectural lui-même. La plupart des applications,

Illustration 5 : Une voie généalogique dans les ponts de Santiago Calatrava ?

et pas seulement celles qui sont étudiées dans cet article, présentent plusieurs des points critiques suivants :

- -Une confusion entre la notion scientifique d'évolution et la notion culturelle, avec la valeur ajoutée de progrès ;
- -Une réduction de la notion d'évolution à celle d'une transformation biologique qui élimine la notion d'adéquation ;
- -Une application arbitraire et/ou excessive des grammaires de formes en association avec les algorithmes génétiques réduisant la possibilité d'imagination dans la conception ;
- -Un niveau insuffisant de connaissances en matière architecturale inclus dans les systèmes ;
- -Un manque de compréhension des processus cognitifs utilisés par les projeteurs. Certains outils ignorent les aspects cognitifs de l'architecte et ils lui dictent leurs méthodes de travail ; d'autres vont jusqu'à tenter de remplacer l'architecte par la machine ;
- -Un échec concernant la création d'une mesure d'adéquation dans l'environnement ;
- -Une absence de prise en compte de l'adaptation du bâti à l'environnement extérieur aussi bien qu'à la structure interne de l'individu lorsqu'ils s'opposent à une solution possible.

Les applications actuelles des modèles évolutionnistes sont donc extrêmement limitées. Ces modèles peuvent aider les architectes à accomplir leur tâche de manière plus efficace et réelle. L'une des manières d'atteindre ce but est de réévaluer l'analogie en s'efforçant de voir où elle peut être étendue et où il faut la réduire. On ne doit pas non plus oublier d'inclure dans le système le savoir en matière de conception. La "graine" de Frazer comporte un minimum de données si on la compare avec l'information intégrée dans un projet précédent. L'idée d'utiliser des projets antérieurs pour représenter le savoir en matière de plans semble donc être l'approche naturelle. Non pas que l'ADN porte la structure, comme l'indiquait l'approche biologique "préformationniste" : l'ADN charrie des instructions et de l'information. En dépit de cela, à l'image des bons éleveurs dans la sélection artificielle, nous pouvons rechercher le phénotype (les structures) de nos plans antérieurs, afin de sélectionner les meilleurs partenaires pour aboutir à nos objectifs.

Reste ici la question de savoir jusqu'où étendre l'analogie, car il ne faut pas perdre de vue les problèmes auxquels se heurte le dessin d'architecture. Il est également nécessaire de ne pas réduire le modèle avant d'avoir un aperçu de son potentiel d'aide dans la pratique des architectes. L'utilisation des analogies, si elle n'est pas contrôlée et systématisée, peut conduire à des présentations déformées. Cela exige une analyse approfondie de ses propres analogies et de celles qui sont utilisées dans les algorithmes génétiques : à quels endroits ces analogies entrent-elles en conflit les unes avec les autres et avec la poursuite d'objectifs donnés ? En résumé, si les chercheurs décident d'utiliser les algorithmes génétiques afin d'en faire des outils pour le dessin en architecture, ils devront suivre le raisonnement de Holland afin de comprendre sa métaphore, sa représentation et, dernier élément mais non des moindres, ses exemples. Il est nécessaire de percevoir ce qui donne sa spécificité au dessin architectural, puis d'analyser ces spécificités avec celles des exemples de Holland. S'ils ne se correspondent pas bien, il faudra revoir la représentation.

Au niveau opérationnel, on devra insister sur une étude plus approfondie du modèle biologique, car les croisements dans la nature créent une plus grande diversité que dans les exemples cités ci-dessus. Les gamètes sont une recombinaison des chromosomes du père et de la mère de l'individu. Cela signifie qu'il y a une plus grande chance pour que la progéniture hérite de la "bonne part" du matériel génétique des deux parents et, donc, qu'il y a une chance pour qu'un enfant soit plus fort que ne le sont ses parents. Par ailleurs, il y aura une multiplication des occasions de développer la diversité à l'intérieur de la population, ce qui peut réduire la chance de convergence des éléments individuels.

Bibliographie

Darwin, C. (1859), On the Origins of Species by Means of Natural Selection, Harvard University Press, Cambridge, 1964.

Dasgupta, D. and Z. Michalewicz (1997), Evolutionary Algorithms in Engineering Applications, Berlin, New York, Springer.

Frazer, J. (1995), An Evolutionary Architecture, London, Architectural Association.

Holland, J. H. (1975), Adaptation in Natural and Artificial Systems: an Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence., Ann Arbor, University of Michigan Press.

Langton, C. G. (1988). Artificial Life., C. G. Langton, Addison-Wesley. VI: 1-47.

Lawson, Bryan (1997), How Designers Think, The Design Process demystified, Architectural Press.

Soddu, C. (1994), "The Design of Morphogenesis. An Experimental Research about the Logical Procedures in Design Processes", DEMETRA Magazine. http://soddu2.dst.polimi.it

Soddu, C. and E. Colabella (1997, 23-25 April), Argenic Design. Contextual Design / Design in Context Conference, The European Academy of Design, Stockholm.

Steadman, P. (1979), The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts, Cambridge, New York, Cambridge University Press.

Tsui, E. (1999), Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design, New York, John Wiley.

Tzonis, Alexander, Santiago Calatrava, The Poetics of Movement, chapter 2: Germinal Projects , pp. 30-65.

BIOLOGY AND COMPUTATION TO REVOLUTIONIZE DESIGN PRACTICE

By Karina Moraes Zarzar

The objective of this paper is to show the use of the analogy of the biological evolutionary model in computer-based architectural design. The paper shows a brief description of the evolutionary model and the interpretations made of it in Genetic Algorithms. The paper presents evolutionary model applications in design considering their progress and their shortcomings, their misunderstandings and fallacies in answering designers' problems in architectural practice.

Keywords:
Evolution, evolutionary design, evolutionary architecture, morphogenetic design, analogy, evolutionary model.

One would think that the analogy between architecture and the theory of evolution started after Charles Darwin's On the Origin of Species (Darwin 1859). However, the fact is that the idea of evolution permeated theories of architects and theoreticians such as Semper and Viollet-le-Duc before the publication of Darwin's book. Indeed, they were much inspired by the anti-evolutionist Cuvier (Steadman 1979). Darwin himself used the term evolution only once in The Origin, because at that time this word was used by biologists meaning development/evolvement of the embryo, while architects and design theoreticians used the notion of evolution because they associated it with the notion of progress and optimization.

However, the use of this analogy is not to prove that the biological evolutionary model is equal to architecture or to the architectural process ; researchers are using it to explore their similarities and to generate ideas on how to deal – for example – with the phenomenon of change in design. But it must be controlled and systematized to produce tools that perform with

effectiveness. Therefore, the objective of this paper is to show the use of evolutionary models in computer-based architectural design, their progress and their shortcomings. The paper's first part briefly describes the problems in defining Evolutionary Architecture. The second part briefly describes some applications, some of the confusion in the notion of evolution, some misunderstandings in the Evolutionary Model Application in Design, and a comparison of some concepts with the concepts applied in the Darwinian Model and Genetics. Finally, the third part provides a summary and some conclusions on the use of the evolutionary model.

Evolutionary Architecture

Evolutionary Architectural Design is not easy to define because it has been used in different ways. Thus one can read Eugene Tsui's "Evolutionary Architecture" (Tsui 1999) and not find any direct mention of computational tools, while in Frazer's "An Evolutionary Architecture" (Frazer 1995) , it is the starting point. Both use an analogy with the evolutionary model, although with some different views. Frazer pursues his evolutionary architecture by trying to imitate the evolutionary process. His computation tool is meant to generate architectural form, while Tsui is more interested in learning from the objects of nature, the animals' habitat and its adaptability to the environment, the materials and the technique involved (see illustration 1).

Illustration 1 : the work of Eugene Tsui

Evolutionary design is also used to mean transformation of forms, which does not carry the concept of fitness so particular to natural evolution, as well as meaning progress, which is more difficult to clarify. Both progress and evolution mean improvement, and both implicitly bear the idea of time. However, evolution is constrained by time and environment, while the notion of progress is overloaded with the idea of universality. Furthermore, evolution involves chance, and even a catastrophe is a chance for some species to survive. Therefore, only when it is ideally assumed that the environment is one and unchangeable or always better than before, do evolution and progress coincide.

Currently, although with some exceptions such as Tsui's architecture, most evolutionary models make use of evolutionary computation to generate them, whereby Genetic Algorithms (GAs) are the most used. "The beginning of genetic algorithms", say Dipankar Dasgupta and Zbigniew Michalewicz (Dasgupta and Michalewicz 1997) , "can be traced back to the early 1950s when several biologists used computers for simulations of biological systems. However, the work done in the late 1960s and early 1970s at the University of Michigan under the direction of John Holland led to genetic algorithms as they are known today."

The evolutionary model used by JohnHolland (Holland 1975) departs from an analogy with the Darwinian Model and Genetics. However, "the reader, says Holland, should be warned that the generalized operators (Ö) are idealized to varying degrees. This has been done to emphasize the basic functions of the operators, at the cost of exploring the complex (and fascinating) biological mechanism underlying their execution. Even so an attempt has been made to keep the correspondence close enough to allow ready translation of the results to the original biological context." As in any heuristic analogy, Holland reduces the Darwinian Model to handle problems such those of optimization. His algorithm has proved to be robust enough to solve many problems in different areas. However, evolutionary design researchers have modified Holland's GA in innumerous ways by means of handling complex issues involving ill-defined problems in designing.

The next part of this article analyzes three representative applications which approach the architectural design from different angles and levels. All three demonstrate clearly the challenges and fallacies of the analogy.

A brief description and analysis of three applications of Evolutionary Design

In solving a problem in design, architects make intensive use of their domain knowledge, i.e. of the design knowledge inherent to this process. Hence, making new tools to help architects to perform their tasks demands consideration of this domain knowledge, in addition to the cognitive aspects involved in using future plausible models.

To understand the potentials and shortcomings of applications from a survey on the last 10 years of evolutionary models in architecture, it is necessary to go through the whole process of making a tool, starting with their objectives and going through the terminology borrowed from the analogy. Thereafter, one must ask at which hierarchical level was the analogy applied (at the process or object level), as well as how, where and when the biological evolutionary model was reduced. Finally, one should analyze the domain knowledge built in the tool, and, when possible, evaluate the results of the tool.

The Electronic Emulator of Building Scenarios

Celestino Soddu and Enrica Colabella (Milan Polytechnic University, Italy)'s Argenia Design is a Model for Electronic Emulation of Building Scenarios and for managing these scenarios in the manufacturing process. "This tool, says Soddu (Soddu 1994) , is, in fact, a design of species, and we can use it as an artificial DNA to generate a multiplicity of architectural or environmental possible events."

Soddu and Colabella have been applying the idea to architecture as well as to industrial design. Their idea is that "the morphogenetic approach can realize operative meta-projects that are new design products. These are something like idea-products, plus these are able to generate an endless sequence of object-products. The idea-projects create a new market: an industry can buy a morphogenetic idea-project of lamps, for example, and use the endless sequence of generated 3D-models to produce always different lamps (the idea-project can be used as an auto-reprogramming tool for robots). The customer can choose his unique object by activating, on the Internet, the generative tool and sending his request to the industry... or... a Mayor can order the idea-project of evolution (this means an increasing complexity) of his town and use it to control the incoming possibilities and the identity in progress of the environment."

Soddu and Colabella's model is based on an analogy at the process level, in particular on the development process of idea-products, and not in the evolution of the ideas, i.e. from one idea-product to another.

The role of fitness in Soddu and Colabella's model is of great importance to understand the reduction which they applied in the biological evolutionary model. Soddu and Colabella's model produces scenarios of an idea-product, i.e. it is specific for one kind of design (one species) and can not be applied for architectural projects in general. After the establishment of the parameters in the tool, it provides variation of the same theme, i.e. one may have countless successful examples or scenarios. In Soddu's generation of chairs (see illustration 2), development only happens if the object conforms to the set of rules built in the representation (idea and design logic), in this aspect, the generated chairs have the same fitness. This system possesses heritability, the chairs are offspring of the same idea and design logic. It produces variation, the chairs are each of them unique. And it posses a selection mechanism, the client (the buyer), according to his/her aesthetic values, selects one of the offered chairs to be produced (mechanism to be compared with "sexual selection"). However the process is not cyclical. The select population will produce no new generation. Evolution is not a process of one generation. It is not only variation within one generation, it depends of the accumulation of these variations within innumerous generations. After generations, one could see the emergence of a new type, maybe with a slight different idea and design logic.

The design knowledge in Soddu and Colabella's tool is built in parameters, which represents their idea-product. In their model, designers participate at the level of the idea-product, but they loose all the control of the object-product generated by their software. Because clients buy idea-products which can produce an unrepeatable number of object-products, the creation process will be concentrated in very few hands, and even for those very few designers the number of assignments is likely to diminish.

Authorship is likely to be a problem, because it seems very difficult to prove that a "unique chair" generated by the tool belongs to the oeuvre of a certain designer. Darwin and Wallace came independently to the idea of Natural Selection. Marsupial and placental mammals converge in "design" because they fill the same environmental niche. Since the tool will produce an infinite and unrepeatable number of designs, there is a probability that convergence in design will occur, or at least doubts will occur about the origin of many products.

Illustration 2: Celestino Soddu's chairs

The Form Generator Model

John Frazer (School of Design, The Hong Kong Polytechnic University)'s An Evolutionary Architecture (Frazer 1995) describes a model for form generation. The objective of his model is "to achieve in the built environment the symbiotic behaviour and the metabolic balance that are characteristic of the natural environment".

Therefore, An Evolutionary Architecture "investigates fundamental form-generating processes in architecture, paralleling a wider scientific search for a theory of morphogenesis in the natural world" (Frazer, 1995). He proposes the model of nature as a generating force for Architecture, considering Form, Space and Structure as the outward expression of architecture. By applying some generative rules, he then accelerates and tests his process of evolution.

Unlike Tsui, Frazer's analogy concentrates on the process level. Central in his study is the process of how to grow a seed toward a final structure, i.e. development or epigenesis. To help understand the way in which Frazer reduced the biological evolutionary model, his terminology is briefly described here.

Gamete forming, mating and development may be considered as one process. However, the mechanisms involved in each of these phases follow a determined order. Frazer, like most of the Evolutionary Computation Scientists, changes the order of the factors.

Frazer has at least five main diverging concepts from the biological evolutionary model. First, he concentrates on the evolutionary process during a seed development. Second, he uses an Epigenetic Algorithm to breed a population by crossover or mutation (Frazer 1995). Third, his idea of seed diverges from the biological one; in biology, a seed corresponds to a zygote, a fertilized cell in higher organisms, which will generate an organism. Frazer's seed is still to be fertilized. Fourth, the fertilization of the seed is done using Holland's genetics operators: crossover and mutation. In nature, crossover is a mechanism that happens before fertilization, during gamete forming. Crossover (see illustration 3) happens during meiosis, before mating, by each of the future parents alone in the formation of their sexual cells (gametes). A gamete has half the number of chromosomes of the cell that originated it. Its chromosomes are not paired and, thanks to the crossover mechanism, not identical to the chromosomes of the original cell. The process of breeding involves no crossover, the gametes fuse and their chromosomes are paired to form the zygotic cell.

The development of this zygotic cell into an organism, by growth, morphogenetic movement and differentiation is called epigenesis. The fifth divergent feature of Frazer's model involves the role of the environment in the development of the seed towards an organism. Frazer's seed evolves according to the environment. The environment may also change during the process and even then, it can highly influence the seed growth. Consequently, Frazer's idea of fitness also diverges from the biological one. In Frazer's concept, natural selection has no role in it since changes in the environment redirect immediately the development of the organism. He considers fitness to be such that if he modifies the artificial environment, the seed growth, by cellular automaton, will be forced to adapt to the new situation.

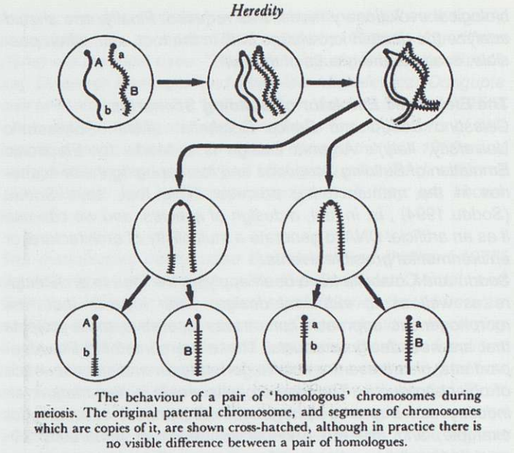


Illustration 3: Crossover in nature, according to John Maynard Smith, "The Theory of Evolution," pp. 61.

Frazer built into his tool some conceptual knowledge for the production of form. But since architecture is not only form but also function, one may conclude that the design knowledge in the system is not sufficient to produce architecture (see illustration 4). Buildings accommodate functions that are developed and archived in the memory of the architects. Their successful layouts are remembered, reused and adapted into new situations. In Frazer's tool, the design knowledge to help architects to "remember and reuse" some of their successful solutions are not built in his application, neither are there the physical built environment or the social aspects inherent to the project. Users and clients may play with the system, but they are in fact playing with form.

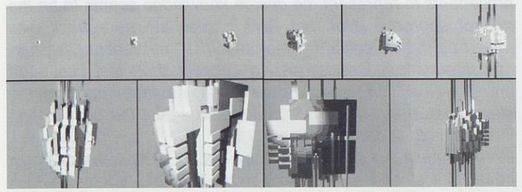


Illustration 4: John Frazer's evolution

Concerning procedural knowledge, Frazer does not consider architects and their practice as the target group for his tool. Architects who wish to use the tool must adapt to an imposed methodology. In his paper together with J.M. Connor, "A Conceptual Seeding Technique for Architectural Design", he says that it "rejects the notion that a CAD approach should reflect the traditional non-cad architectural methodology on the grounds that, first, the present architectural design process is fundamentally unsatisfactory in any known form and not worth imitating and, second, imitating the human process is unlikely in any case to represent the most imaginative use of a machine". In other words, in his "An Evolutionary Architecture", he says that his tools "are clearly not intended to reinforce existing practice".

Moreover, in Lawson's analysis and critique of Frazer's application, he says, that the generator is "surprising but predictable, therefore not truly creative", and that "the experience and skills required of a designer to work with such tools may well be quite different to those needed for a traditional design process".

The Self-Improving Codes of a Genetic Representation Model

John S. Gero (Department of Architectural and Design Science, University of Sydney, Australia) has been researching several types of models together with his partners. Gero and Thorsten Schnier's higher-level representations of form, based on the paper "Learning Genetic Representations as alternative to Hand-coded Shape Grammars", is a very interesting example, because it concentrates on the level of design representation. It aims to evolve a new, higher-level representation of form, based on self-improving codes of a shape-grammar, suitable for subsequent "evolution of house plans in a specific architectural style".

The analogy of Gero and Schnier is applied on the genetic level. Central to this study is the "evolution of genes", that is, not directly meaning the evolution of organisms. Gero and Schnier's new representation is based on vectors, which will evolve and be recognised by the tool, forming more complex genes and reducing the number of genes connected to a particular design. The notion of biological evolution carries implicitly the idea of emergence of a new branching in design by accumulating mutations over time. Gero and Schnier's model is limited in this aspect because the tool, although evolving genes, produces only houses in the style of Frank Lloyd Wright.

In their application, they follow Langton's notion of genotype and phenotype (Langton 1988) , whereby a genotype is a "set of genetic instructions that make up the genetic code, while the phenotype is the structure that is produced as the result of the interpretation of the genotype". This is similar, indeed, to the biological evolutionary model.

The design knowledge here is built into the rules of a shape-grammar which evolves over time. However, using a shape-grammar to evolve housing plans has some bottlenecks, such as "is the code evolving?" and if it is, are the designs of Frank Lloyd Wright also evolving? Or do they have, like Soddu and Colabella's model, all the same fitness? This may be the case of evolutionary genes but not of evolutionary design. Though if these genes could evolve into unexpected ones, in place of just more complex ones, there would be a chance that the shape-grammar would allow emergence in design and go above the generation of houses according to the Frank Lloyd Wright style.

This article provided an analysis of three applications of major researchers in the field of Evolutionary Design to show their efforts, their successes and their shortcomings. Beside those examples and departing from the same analogy, some tools have being developed to optimize, reuse, adapt and combine design precedents. These tools try to handle problems which come from architectural practice, where, as is well known, architects make use of their previous experience in searching for solutions. They draw from design precedents of their own work, from examples registered in their memory and archives. Design precedents are reused, optimized and/or adapted to fit new situations. In this process, other building types may eventually emerge. As architects recall these precedents, case after case, a kind of "genealogical path" of solutions emerges in their mind.

Using this analogy, one can say that "genes" of designs are transferred from generation to generation, creating an "Evolutionary Design Process" (see illustration 5).

Illustration 5: a genealogical path in Santiago Calatrava's bridges?

All in all, the analogy between the domains of evolution and biology is often unproductive and misapplied. The problem is not so much that, in applying the analogy, the meaning of many biological concepts used is distorted, as the fact that the analogy misrepresents the design process itself.
Most applications, and not only those illustrated in this article, present more than one of the following bottlenecks:
Confusion between the scientific notion of evolution and the cultural, value-added, notion of progress;
Reduction of the notion of evolution to that of biological transformation eliminating the notion of fitness;
An arbitrary and/or over-ruled application of Shape Grammars in combination with Genetic Algorithms (GAs) reducing the possibility of emergence in Design;
A reduced amount of design knowledge built in the systems;
A lack of understanding of the cognitive processes used by designers. Some tools ignore the architect cognitive aspects and dictate their work methods upon the architects; while other tools even try to replace the architect with a machine.
A failure in providing a measure of fit in the environment.
A lack of consideration in the adaptation of buildings to the external environment as well as to the internal structure of the individual as they constrain a possible solution.
Therefore, the current applications of evolutionary models are extremely limited.
Evolutionary models can help architects to perform their tasks more efficiently and more effectively. One way to carry out this plan is by reevaluating the analogy and to see where it can be extended or reduced in other ways. However, one must not forget to include design knowledge in the system. Frazer's "seed" carries a minimum of data if compared with the information carried by a design precedent. Therefore the idea of using design precedents to represent the design knowledge seems to be the natural approach. Not that DNA carries structure as it was meant by the biological " preformationist " approach; DNA carries information, instructions. In spite of that, just like good breeders in artificial selection, we can look to the phenotype (the structures) of our design precedents to select the best mating individuals to fit our purposes.
Here remains the question of how far to extend the analogy, because it is necessary not to lose focus on the problems which one is addressing in design. But it is also necessary to not reduce the model before one can get a glimpse of its potential in helping architects in practice. The use of analogies can lead to misrepresentations, unless it is controlled and systematized. This requires a deep analysis of: one's own analogy and the one used in the genetic algorithm; where are those analogies conflicting with each other and the achievements of one's objectives. In summary, If researchers decide to use GA's to make tools to support architectural design, they will have to follow Holland's rationale to understand his metaphor, his representation and last but not least, his examples. It is necessary to understand what makes architectural design peculiar and then to analyze these peculiarities with those of Holland's examples. If they do not match, a review of his representation will be necessary.
At the operation level of the tool, one should insist on a deeper look into the biological model, because the crossover in nature creates a greater diversity than crossover in the above examples. The gametes are a recombination of the chromosome of the father and the mother of the individual-reproducer. That means that there will be a greater chance that the offspring will inherit the "good part" of the genetic material of both parents and, therefore, there will be a chance that an offspring can be stronger than its parents are. Furthermore, there will be a greater opportunity to enhance diversity within the population. This may reduce the chance of convergence of the individuals.

Darwin, C. (1859). On the Origin of Species by Means of Natural Selection. Harvard University Press, Cambridge, 1964
Dasgupta, D. and Z. Michalewicz (1997). Evolutionary Algorithms in Engineering Applications. Berlin, New York, Springer.
Frazer, J. (1995). An Evolutionary Architecture. London, Architectural Association.
Holland, J. H. (1975). Adaptation in Natural and Artificial Systems: an Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence. Ann Arbor, University of Michigan Press.
Langton, C. G. (1988). Artificial Life. C. G. Langton, Addison-Wesley. VI: 1-47.
Soddu, C. (1994). "The Design of Morphogenesis. An Experimental Research about the Logical Procedures in Design Processes". DEMETRA Magazine. http://soddu2.dst.polimi.it
Soddu, C. and E. Colabella (1997, 23-25 April). Argenic Design. Contextual Design / Design in Context Conference, The European Academy of Design, Stockholm.
Steadman, P. (1979). The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts. Cambridge; New York, Cambridge University Press.
Tsui, E. (1999). Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design. New York, John Wiley.
Dasgupta, Dipankar and Zbigniew Michalewicz - "Evolutionary Algorithms, An Overview", in Engineering Applications , page 6.
John Holland - Adaptation in natural and artificial systems, page 97
Frazer, John, An Evolutionary Architecture, page 9
page 89
Frazer, John and J.M. Connor, "A Conceptual Seeding Technique for Architectural Design" - Par16, Designing with computers, page: 290-291.
Tzonis, Alexander, Santiago Calatrava, The Poetics of Movement, chapter 2: Germinal Projects, page: 30-65.

Exposition de Jean-Pierre Pranlas et Michel Velly tout deux architectes, concepteurs invités par le Pavillon de l'Arsenal.

Panoramas Européens
Présentation des 15 capitales européennes par les villes d'Amsterdam, Athènes, Berlin, Bruxelles, Copenhague, Dublin, Helsinki, Lisbonne, Londres, Luxembourg, Madrid, Paris, Rome, Stockholm, Vienne.

"Chaque capitale est présentée individuellement. Un double regards sur ces métropoles est proposé au visiteurs. Le premier retrace les étapes majeures de leur développement qui ont contribué à les inscrire dans l'espace européen d'aujourd'hui. Le second rend compte de leur transformation au cours des cinq dernières années à travers la présentation de projets urbains et architecturaux remarquables.
L'exposition et le livre "**Panoramas européens**" montrent qu'à travers différentes politiques urbaines, ces métropoles sont confrontées à des problèmes similaires : centralité, périphérie, infrastructures, espaces publics, extension, gestion du territoire. Chacun peut ainsi composer son propre panorama des capitales de l'Europe, loin des images traditionnelles de ces villes."
extrait du texte introductif de Michel Bulté, Président du Pavillon de l'Arsenal.

Plan de la ville d'Helsinki

Cette exposition a lieu du 1er décembre 2000 à mars 2001 au Pavillon de l'Arsenal 21 boulevard Morland 75004 Paris.
Accessible du mardi au samedi de 10h30 à 18h 30, le dimanche de 11h00 à 19h00. Entrée libre.

Couverture du catalogue de l'Expo.

Photo aérienne de la ville d'Amsterdam

EN +...

Digital Clay: Deriving Digital Models from Freehand Sketches

By Eric Schweikardt
And Mark D.Gross

During the initial stages of design, it is not uncommon to find an architect scribbling furiously with a thick pencil. Later in the design process, however, one might not be surprised to encounter the same individual in front of a computer monitor manipulating three dimensional models in a series of activities that seem completely divorced from their previous efforts. Armed with evidence that sketching is an effective design method for creative individuals, we also recognize that modeling and rendering applications are invaluable design development and presentation tools, and we naturally seek a connection between these methodologies. We therefore present Digital Clay, a working prototype of a sketch recognition program that interprets gestural and abstracted projection drawings and constructs appropriate three-dimensional digital models.

Argile digitale : la dérivation de modèles digitaux à partir d'esquisses main-libre

Durant les phases initiales de la conception, on trouve souvent l'architecte en train de barbouiller furieusement avec un crayon épais. Plus tard dans le processus de design, cependant, on ne s'étonnera pas de rencontrer le même individu devant le moniteur d'un ordinateur, en train de manipuler des modèles tri-dimensionnels lors d'une série d'activités semblant complètement séparées de ses efforts précédents.

Ayant des preuves que le dessin est une méthode effective de conception pour des individus créateurs, nous reconnaissons aussi que les outils électroniques servant à faire de la modélisation et des dessins de synthèse ("rendu") sont aussi utiles lors du développement et la présentation du design. Naturellement, nous cherchons une connection entre ces méthodologies. Nous présentons donc Argile Digital, un prototype fonctionnel d'un programme qui reconnaît les esquisses et qui interprète les dessins de projection abstraits, et construit des modèles tri-dimensionnels appropriés.

Introduction

Few studies have looked closely at the effectiveness of existent computer-aided design applications; nevertheless their acceptance in professional environments is increasing rapidly. The capability of current software packages to quickly produce elegant renderings and detailed models is at the root of their usefulness as presentation tools, yet the debate continues about their role in initial design.

Many architects choose to begin projects using paper and pencil only to transfer that material to a computational environment for final polishing and presentation. It seems probable that the popularity of this rather redundant design method stems from a certain frustration with the initial design exploration tools provided by current CAD packages like AutoCAD and Form - Z. This phenomenon can be credited to a prevalent misconception about the inherent nature of computer graphics: that digital tools inherently demand a high level of precision and a lack of ambiguity. The acronym CAD evokes a common imagery of grid snaps, tight tolerances, and exactitude, and these inflexible constraints can severely inhibit the freedom and abstraction necessary for exploratory design. Many designers are content with the transition from pen and paper to mouse and monitor, but for some, this rift in media is inherently distracting, and the translation process often necessitates a copious amount of time spent redrawing and digitizing existing work. The motivation behind the development of Digital Clay is a desire to bridge the gap between initial physical sketching exorcises and subsequent development in a digital design environment.

The community of practicing architects is not the only group affected by the CAD industry's ignorance of its users' needs. At the university level, students are engaged not only in learning to practice design, but are also expected to embrace new technologies as vehicles for their exploration. First year students with little or no design experience often find that CAD packages have a steep learning curve, and their unintuitive interfaces simply become another obscure convention to master.
Digital Clay, on the other hand, operates from the familiar convention of sketching so that proficiency with the application is almost immediate. By interpreting hand-drawn projection sketches as three-dimensional digital models, the application allows designers to combine their effective exploratory design techniques with advanced visualization software. We have constructed Digital Clay as a functional prototype to address the key concept of interaction between the sketch and the digital model. Consequently, we will not only explain the existing system but also the motivation behind its evolution, and outline a framework for further development of these ideas.

Sketches and 3D digital models as tools

The act of sketching has long been embraced by architects as a versatile tool for exploratory design. The representation of mental images on paper often adds clarity to a design. Michael Graves notes that "the tension of lines on paper or cardboard in space has an insistence of its own that describes possibilities which perhaps could not be imagined in thought alone" (Graves 1981). According to Daniel Herbert, sketches are "the designer's principal means of thinking" (Herbert 1993). It follows that effective design software should address sketching as a possible method of input. Most current CAD packages include a basic uninterpreted two-dimensional sketch mode, but surprisingly, little work has been done to enable designers to use sketching as an interface to communicate three-dimensional forms to modeling software.
In a short and remarkable introductory essay to his examination of three Renaissance texts on perspective by Alberti, Durer, and Viator, William M. Ivins Ir. (Ivins 1938) reviews the development of perspective drawing and descriptive geometry. He contends that perspective, or more generally, "the rationalisation of sight," was the single greatest contribution of the Renaissance to modern society, and this bold assertion is born out through the multiple techniques of art, science, and technology that have developed on the basis of perspective drawing and descriptive geometry. The representation of reality in the form of digital models can be thought of as an extension of the ideas of Renaissance perspective.

The acceptance of digital models as visualization tools by designers like Gehry, Mayne, and Eisenman is evidence of their usefulness, and most design schools now include the digital model in their repertoire of standard media. The recent explosion in the number of available three-dimensional digital modeling applications reflects not only their popularity, but also that the professional design community has begun to embrace these technologies as tools for design visualization. Three-dimensional computer graphic models are more effective representations than two-dimensional drawings for comprehending physical space. Unlike a physical model, the revision of a computer graphic model does not require a time consuming material reconstruction. (It can be argued that a three-dimensional digital model is no more an effective visualisation tool than a perspective drawing because the model is also presented in a two-dimensional projection. This makes sense intuitively; yet even a 3D physical object is sensed as a two-

dimensional representation on the viewers retina.) Construction and editing of a physical model is often time consuming, yet a three-dimensional digital browser, in contrast, provides for real-time adjustment of not only a model's position and rotation, but also of its scale, color, camera lens, and lighting attributes. The availability of walk-through and virtual reality technologies enhances the versatility of digital models by providing a completely immersive environment, a visualisation technique that is infeasible with conventional scale models. User-defined prescripted animations, natural extensions of a digital model, can further aid in not only spatial, but temporal interpretation of a three-dimensional object or scene.

In general, the presentation of a digitally modeled object comprises not only the model itself, but also images rendered from the model. Perhaps the greatest advantage of digital over physical models is that they can be easily transformed into photorealistic images. Design processes centered around the manipulation of physical models often rely on a series of abstracted prototypes, with construction of a detailed model only to take place when the design phase is completed. Digital models, on the other hand, can be rendered for evaluation at any point during design, and readily available imaging applications can render scenes with quality and detail far superior to that of a physical scale model.

Related work

Work at MIT in the 197Os began to address the problem of computer based sketch recognition. Johnson's Sketchpad III (Johnson 1963) added three-dimensional modeling to Sutherlands light-pen driven, constraint based Sketchpad program. Taggart's programs HUNCH and STRAIN (Taggart 1975) processed freehand drawing data from a light pen, filtered the data, latched endpoints of lines, and identified corners from changes in line direction. Neither Johnson nor Taggart, however, addressed the problem of interpreting sketches as representations of three-dimensional forms.

Zeleznik et al. implemented SKETCH, a gesture based interface to a three-dimensional modeler. (Zeleznik 1996) To instantiate a rectangular solid, the user draws a three-line gesture indicating one corner of the solid and the dimensions of the solid. Similar gestures are used to generate other solids and to initiate conventional editing commands such as move, rotate, and copy. SKETCH uses heuristics to resolve properties of the model that are ambiguous, for example continuing lines that are partially hidden by a surface closer to the viewer. SKETCH is a compelling argument for a gestural, as opposed to a menu based, interface to geometric modeling, but it addresses a different goal than Digital Clay. SKETCH, like the stylized unistroke Graffiti alphabet used on popular portable digital assistant (PDA) devices, demands that the user learn and use a new gestural code to indicate three-dimensional form. Digital Clay, on the other hand, interprets the traditional conventions of isometric and perspective sketching.

Do's 3D sketch tool (Do 1997) enables a designer to construct a three-dimensional form by drawing freehand on top, side, and front views as well as an axonometric. It restricts the designer to drawing in a two-dimensional plane, however, and then locates the 2D drawing in a 3D space. The Electronic Cocktail Napkin program (Gross 1996) supports freehand drawing input with a pen, but for the making and recognition of diagrams: graphical symbols and spatial relationships. Digital Clay, on the other hand, supports freehand input to describe three-dimensional form.

Sivaloganathan (1991) describes a system that extracts models from isometric drawings, but information beyond that contained in the sketch is required. Construction lines, center lines, and hidden lines must be specified through a conventional menu-based interface, and the model is constructed from these explicit drafting instructions. Digital Clay foregoes this type of supplemental annotation and derives models exclusively from the implicit information contained in a conventional sketch. Recently, digital photogrammetry techniques have been developed that can construct a 3D model from two or more photographs of a building. However, these techniques typically require a skilled operator to oversee the model construction process.

Although people are generally quite adept at interpreting pictorial representations of 3D space, construction of accurate 3D models from 2D scenes has remained a difficult problem in machine vision for the past twenty years. Marr (Marr 1982) hypothesized that humans possess a 2-1/2D sketch, or visible surface representation, which comprises a combination of the two-dimensional image on the retina and various mental annotations depicting shape and surface information. Depth is allowed only half a dimension because its measure is assumed from the two-dimensional image rather than shown explicitly like height and width.

Interpreting a 2D sketch as 3D form

To interpret a two-dimensional projection of a three-dimensional scene, it is necessary to decipher which edges and vertices in the drawing project toward the viewer and which recede away. People are good at perceiving whether edges are convex or concave, but machines need to be explicitly programmed to perform this task.Projections of three-dimensional objects can be ambiguous, as do the familiar woodcuts of impossible buildings by M.C. Escher and other 2D/3D curiosities such as those found in Gregory's The Intelligent Eye. (Gregory 1970).

We are exploring two methods for generating three-dimensional coordinates from a sketch. The first method makes use of an old machine vision algorithm, the Huffman-Clowes labeling scheme (Clowes 1971, Huffman 1971). It depicts an annotated sketch in which the application considers the line drawing as a graph of edges. The algorithm labels the edges and vertices, for example by identifying a corner that projects toward the viewer as "+ + +"and one that recedes away from the viewer as "- - -". Since most drawings are unambiguous, it is possible to arrive at a labeling of the vertices that can provide a description of the three-dimensional shape of the vertices and edges.

The Hoffman-Clowes labeling scheme requires that the line drawing meet certain well-formedness requirements. Specifically, every line must connect to at least one other line at each of its end-points. Digital Clay requires that the three-dimensional form consists only of solids; no planar surfaces without depth are permitted. Ambiguous and impossible shapes also cannot be interpreted as feasible three-dimensional forms. Some of the limitations of the Huffman-Clowes labeling scheme are illustrated by the unparsable objects.

The second method we are using to infer three-dimensional coordinates from a sketch is based on the inherent rules that govern each type of drawing projection. The axes of isometric drawings, for example, are separated by equal angles, and perspective drawings feature the familiar foreshortening of lines which are closer to the viewer. By arbitrarily labeling one vertex as the origin, it is possible to move outward along each axis and label the coordinates of adjacent vertices. To use this algorithm for assigning coordinates, the type of drawing projection must be explicitly specified.

The current Digital Clay process : first, the designer draws a freehand sketch. It is then latched and straightened. Next, the boundary edges are identified and the vertices are labeled indicating the three-dimensional orientation and coordinates on points in the drawing. Finally, the labeled drawing is rendered as a 3D model in Virtual Reality Modeling Language (VRML). The designer can then edit the object by drawing over the model to make changes.

At the outset, the designer is presented with a rather barren desktop environment. The sketch window fills the screen, and conventional toolbars and palettes are noticeably absent. The inherent simplicity of a physical sketchbook is certainly a component of its universal acceptance, and this metaphor is extended to serve as the basis for much of Digital Clay's interface design. Using a tablet and stylus, the designer draws conventionally in the sketch window until a satisfactory freehand representation of a three-dimensional object is arrived at.

Upon completing an acceptable first sketch, the user executes the model command initiating a series of procedures that successively build upon the previous representations. Initially, through elimination of duplicates and the substitution of straight lines for linear pen strokes, edges are extracted from the image. These lines are subsequently connected to each others end-points, latched, through a rectification process that is similar to the join and trim commands available in most CAD packages. At this point, the sketch window contains a latched sketch, a hard-line approximation overlaid on the original image. By sketching over the original drawing or dragging lines and vertices, the designer can modify the programs interpretation to more closely resemble their initial intention.

Before Digital Clay derives a three-dimensional coordinate system from the two-dimensional projection, the constituent lines of the latched sketch must be rectified in order to accurately represent a correct projection of the intended object. The same rules which govern the assignment of coordinates to each vertex are now used to correct the user's imprecise angles. The rectification process simply applies these standards to the latched sketch in order to construct a representation that is not only spatially accurate, but also technically correct.

Once a feasible two-dimensional interpretation of the original sketch is derived, Digital Clay can begin to translate the image into a three-dimensional model. Before the Huffman-Clowes labeling scheme can be applied, certain preliminary information is required; therefore data objects are created that annotate edges and vertices with coordinate and boundary condition details. At this point, the only explicit information about each line is its location and whether it happens to be an occluding edge or not. In most cases, this data is sufficient to begin execution of the vertex labeling algorithm.

Digital Clay implements the Huffman-Clowes labeling scheme through a process of constraint propagation. At this point, Digital Clay possesses both a spatial interpretation of the sketch and a map of each vertex's coordinates in three-dimensional space. No matter what view was originally sketched, there is always ambiguity about the hidden faces; Digital Clay addresses this problem in two ways. By constructing a model with faces extracted from the known coordinates, a model can

be rendered which contains only the visible faces and no assumptions about the hidden sides.

Discussion and future direction

Digital Clay applies a well-known technique from early artificial intelligence work in machine vision, an algorithm for converting a 2D representation of edges into a 3D model. This, clearly, is not the contribution of the current work. While well known as a machine vision technique, it appears that its application to sketch recognition was overlooked. Our contribution is to apply this algorithm as a means to support freehand drawing interfaces for 3D design. By working with freehand sketches, we provide an alternative to the structured and complex command language used by most CAD packages.

It also may be argued that a parsing approach like Digital Clay will never be able to deal with the richness and ambiguity of real life 3D sketches made by designers. We have been working with methods to resolve ambiguity through the designers direct input, and we have also actively been experimenting with different drawing methods and emphases. For example, edge detection filters have proven effective in extracting dominant lines from noisy images and the latching process can be used to resolve stylized drawings with numerous lines. Currently, Digital Clay is limited to line sketches, but many architects employ other techniques in their initial designs such as the use of symbols and text, and other sketching methods like the use of hatching to portray light and shadow. Our future work will address many of these issues.

We have experimented with Digital Clay using various input modalities: mouse, digitizing tablet, and a digitizing tablet with LCD display. We also plan to explore using PDA devices to input line drawings.

An obvious area for future work lies in parsing the types of objects that are currently unacceptable. Unclear or sloppy sketches with overlapping or ambiguous lines have proven difficult to work with, but heuristics could be implemented to interpret a designers intent, thereby automatically simplifying and editing a poor quality drawing. Objects featuring curved surfaces, which have proven elusive to most machine vision applications, are another category being addressed in our current research.

Acknowledgements (and for more details...)

This material is based upon work supported by the National Science Foundation under Grant N° IIS-96-19856 and the University of Colorado Undergraduate Research Opportunities Program.

Eric Schweikardt And Mark D.Gross.
University of Colorado, Boulder

ARCHITECTONES INFORMATIQUES

Par Nicolas REEVES

L'étude de systèmes urbains dits "sans adressage préalable" révèle, au sein de structures urbaines longtemps décrites comme chaotiques et aléatoires, des modes d'organisation étonnamment sophistiqués, contrôlés par de règles locales d'assemblage et d'évolution. Ainsi, le bidonville, le village traditionnel, la médina, révèlent des trésors d'espace, des assemblages précieux et uniques dont la multiplication engendre un foisonnement touffu de lieux minuscules. Ces complexités singulières, en étroit dialogue avec les collectivités qui les habitent, portent en elles la marque des relations humaines, rencontres, côtoiements, intrusions, incongruités, et constituent des sociétés d'objets qui ne sont jamais étrangers les uns aux autres.

Nombre d'architectes ont tenté de retrouver, par différents types d'assemblages, l'infinie variété de ces régularités sans symétrie (Le Corbusier, Hertzberger, Bhatt, Renaudie…). Les développements dans les trente dernières années des systèmes dits "de vie artificielle", caractérisés par la notion d'émergence (de structure ou de comportement) ouvrent de nouvelles voies d'approche pour l'analyse de ces complexités urbaines, tout en apportant aux concepteurs de riches instruments de composition formelle et spatiale.

Ainsi, bon nombre de ces environnements qualifiés de "mal compassés" par Descartes se révèlent en fait dotés d'une organisation sophistiquée, émergeant de principes locaux souvent simples, faits de règles de voisinage, d'accès, de coexistence d'activités, et un tissu urbain donné peut identifier la collectivité habitante à la manière d'une signature spatiale. De là à inverser le procédé et à provoquer la genèse de morphologies architectoniques au moyen de règles locales, il n'y a qu'un pas, que

plusieurs architectes ont déjà franchi. Mais ce pas présente un risque : le bidonville et la médina sont le fait de milliers d'individus, travaillant collectivement depuis parfois des siècles, selon des normes et des règles dont bon nombre sont largement implicites. Un processus qui n'a rien à voir avec la simplicité inhérente au processus informatique, souvent le fait d'un seul homme, et nécessairement réduit à un ensemble de règles explicitables.

Toutefois, le fait qu'un architecte ne puisse produire une véritable morphologie urbaine n'enlève aucun intérêt à l'étude et à la production de morphologies numériques, même si elles n'ont que peu à voir avec une ville réelle. Tout comme la vie artificielle n'a pas besoin d'être assimilée à la vie réelle pour se constituer en objet d'étude et produire des connaissances, la ville numérique (on ne peut parler de "ville artificielle"', puisque le concept de "ville naturelle" n'a aucun sens) peut être étudiée pour elle-même sans autre référence à la ville qu'un ensemble d'analogies formelles et procédurales. Les modes d'assemblage et de composition observés dans les tissus urbains réels deviennent des outils géométriques, découverts grâce aux méthodes d'analyse introduites par l'ordinateur, et qui s'ajoutent au patrimoine des outils disponibles aux concepteurs de tous les domaines.

Les quelques exemples qui suivent ont tous été bâtis par des automates constructeurs, développés au sein de notre laboratoire. L'automate cellulaire constructeur procède d'une volonté explicite de "rendre strictement imprévisible un système strictement déterministe", par juxtaposition de règles dérivées de l'observation de tissus urbains sans adressage préalable, et à ajuster progressivement le résultat par des phases quasi artisanales d'essais et d'erreurs.

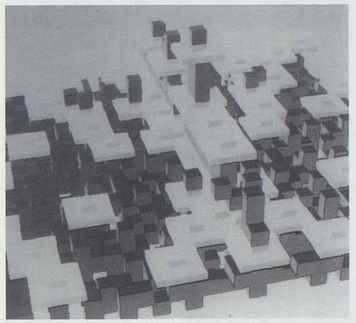


fig. 1

This is Mumbai, Mehri Jaan (Figure 1).

Dans une première couche de l'automate, qui évolue sur un damier à deux dimensions, des animalcules numériques naissent, vivent, évoluent et meurent; dans certaines circonstances, définies par un état interne de l'automate, ils sont capables de "poser une pierre" au sol: un bloc cubique de matière virtuelle s'installe. Si une autre pierre doit ultérieurement être posée au même endroit, elle se pose sur la première : la construction s'élève. À tous les quatre niveaux, la "pierre" est remplacée par une "dalle" : un plancher apparaît. D'autres règles garantissent que l'accès au sol des différents éléments sera toujours permis. L'ensemble des "pierres posées" constitue un second automate, qui fonctionne par-dessus le premier, et indépendamment du premier.

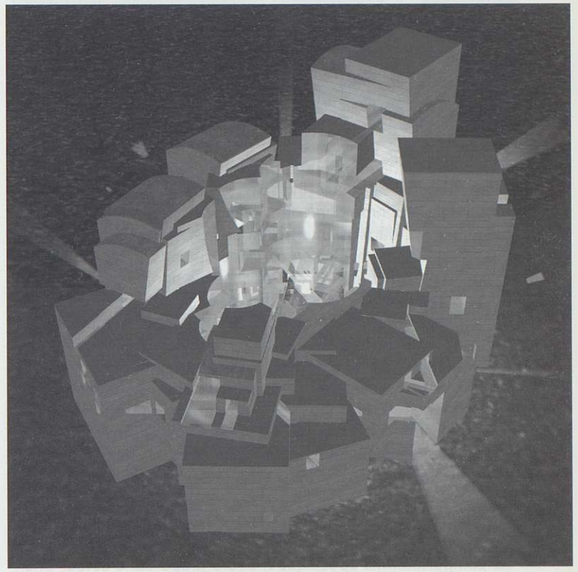


fig. 2

Gestatio o (Slum- Opera) (Figure 2).

Ce système présente plusieurs degrés supplémentaires de complexité par rapport au précédent. L'automate constructeur est déjà tridimensionnel, et devient analogue à une bioculture

numérique. Les “pierres” peuvent adopter plusieurs formes différentes, et sont dotées d’un comportement propre : elles deviennent des “personnages” qui entretiennent des relations. Ils se préoccupent les uns des autres, mais sont indifférents aux animalcules qui grouillent au-dessous d’eux, auxquels ils doivent leur apparition. Leur comportement est assez élémentaire : chaque personnage se tourne dans la direction où il voit le plus de monde. Cette géométrie, dite “du conciliabule”, se retrouve dans une foule qui, après la fin du discours d’un orateur, se regroupe en noyaux de discussions : un système à plusieurs centres, tous définis lors de la constitution du système, et par cette constitution. Les personnages peuvent être de type “masse” ou de type “espace” ; un personnage “espace” creusera une cavité dans les personnages “masse” arrivés avant lui. Finalement, le “germe” numérique qui a ensemencé la bioculture est une liste organisée de nombres, formatée de façon appropriée. Une telle liste permet de coder une information ; l’information choisie pour cette tentative est la ritournelle de l’Orphée de Monteverdi.

Ici, la parenté entre l’objet architectonique et la musique n’est pas celle d’une partition à une œuvre : il serait impossible de déchiffrer l’architectone pour produire une mélodie. Elle s’apparente à celle de deux individus issus du même génotype numérique, exprimé dans deux univers différents. L’hybridation qui intervient, dans les mémoires de l’ordinateur, entre la forme des informations musicales et celles des informations architectoniques est uniquement rendue possible par les pertes de sens qu’elles ont toutes deux subies à l’entrée du traitement. Les deux messages résultants sont formellement semblables. Ils peuvent être croisés selon toutes sortes de procédés. Leur absurdité transforme les mémoires en une sorte de creuset où s’effectue une véritable alchimie numérique : transmutations, transcodages, évolutions… À la sortie émergeront des objets qui, selon les contextes où ils apparaissent, deviendront des monstruosités pathologiques ou des êtres viables, dotés d’un futur prometteur.

Morphologies du Solitaire Bulgare : Coophore.(Figure 3).
Ce système comprend quatorze personnages différents, dotés de comportements spécifiques. Leurs proportions et leur orientation se déterminent d’après les conditions du contexte. Ils sondent leur voisinage selon des modalités qui leur sont propres. L’un des personnages prolifère dans un système peu habité, et limite ses familles dans un environnement plus dense. Un autre, plus “snob”, ne réagit qu’en fonction de ceux qu’il considère égaux à lui. Les “capricieux” refusent de s’installer en un lieu déjà fréquenté par un autre personnage ; les “misanthropes” tournent le dos à tout le monde, alors que les “conviviaux” se regardent…La société d’objet résultante devient un véritable opéra formel dont les détails se fractalisent progressivement. Elle propose une composition sans symétrie

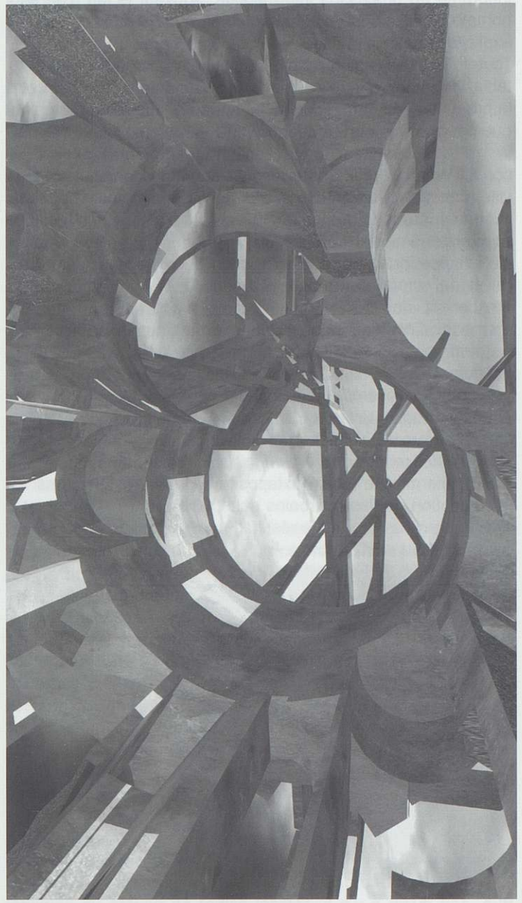


fig. 3

mais riche en régularités, véritable bonsaï proto-urbain dans lequel l’imaginaire ne demande qu’à vagabonder.

Les mutations de la Blanche Biche.
Première Mutation : Coirault (Figure 4) ; Seconde Mutation : Doncieux (Figure 5).

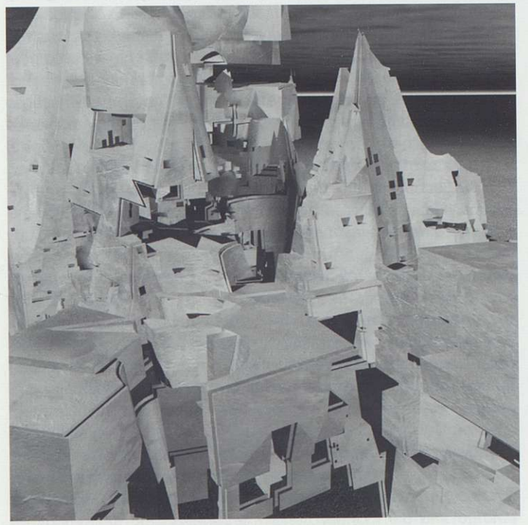


fig. 4

Il s’agit des objets les plus complexes que nous ayons créés pour le moment. Ils appartiennent à une série encore en production, qui comprendra huit morphologies au total. Dans l’exemple précédent, les proportions des objets dépendaient du contexte ; dans celui-ci, même leur morphologie est définie en fonction des conditions environnantes. Un cube pourra se déformer de toutes les façons possibles, devenant poutre, poteau, dalle, pyramide, ou n’importe quel hexaèdre, même dégénéré (c’est-à-dire avec une ou plusieurs faces réduites à des points ou des lignes) ; un cylindre deviendra cône, tige ou disque ; sa base deviendra elliptique, son axe oblique ; et ainsi de suite.

La complexité de ces objets ne leur donne que très difficilement pas accès à la modélisation stéréolithographique ; il est fort difficile, en les regardant dans leur ensemble, d’en voir ressortir des détails; mais un zoom rapproché révèle des paysages extrêmement riches, dont l’interprétation architectonique est immédiate.

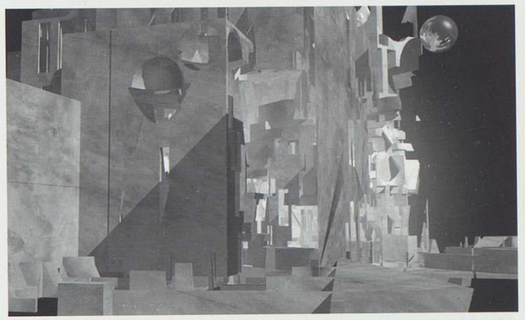


fig. 5

Nicolas Reeves, de l’Université du Qebec à Montréal.

COMPUTER ARCHITECTONES

By Nicolas REEVES

In urban structures long described as chaotic and random, the study of so-called urban systems "without prior addressing" reveals surprisingly sophisticated modes of organisation, controlled by local rules for assembly and change. Indeed, slums, traditional villages and medinas all reveal a wealth of space and precious, unique types of assembly that give rise to a dense profusion of tiny places. These unusual complexities, which are in close dialogue with the communities who live there, carry within them the mark of human relationships, encounters, contacts, intrusions and incongruities, and form societies of objects that are never unrelated to each other.

A number of architects have attempted to reproduce, through different forms of assembly, the infinite variety of these asymmetric regularities (Le Corbusier, Hertzberger, Bhatt, Renaudie, etc.). In the last thirty years, the development of so-called "artificial life" systems, characterised by the notion of emergence (emerging structures or emerging behaviours) have opened up new ways of approaching the analysis of these urban complexities, while providing designers with rich instruments for formal and spatial composition.

Thus, many of these environments which Descartes described as badly arranged, in fact reveal themselves to possess sophisticated organisation, arising from often simple local principles, made up of rules for neighbourly living, access, and the coexistence of all kinds of human activities. A given urban fabric can serve as a spatial signature identifying the community that lives there. It is only a short step from this point to reversing the process and generating architectonic morphologies out of local rules, a step which several architects have already taken. Yet there is a danger in taking this step: slums and medinas are the product of thousands of individuals, working together, sometimes for centuries, according to standards and rules that are often enough largely implicit. This process has nothing to do with the inherent simplicity of a computer process, which is often completed by a single individual, and necessarily reduced to a set of rules that can be explicitly stated.

The fact that an architect cannot produce a genuine urban morphology, however, does not take anything away from the validity of studying and producing digital morphologies, even if they have little to do with a real city. Just as artificial life does not need to be assimilated to real life in order to serve as an object of study and give rise to knowledge, the digital city (we cannot call it an "artificial city", as the concept of "natural city" has no obvious meaning) can be studied by itself without any reference to the city other than a set of formal and procedural analogies. The modes of assembly and composition observed in real urban fabrics become geometrical tools, discovered by using analytical methods introduced by the computer, and are added to the portfolio of tools available to designers in every field.

The examples that follow have all been constructed by constructor cellular automata, developed in our laboratory. The constructor cellular automaton is based on a clear desire to "make a strictly deterministic system absolutely unpredictable", by juxtaposing rules derived from the observation of urban fabrics without prior addressing and gradually adjusting the result in virtually artisanal stages of trial and error.

This is Mumbai, Mehri Jaan *(Figure 1, see page81).*
In the first layer of the automaton, which moves about on a two-dimensional checkerboard, digital "creatures" are born, live, change and die. Under certain circumstances, defined by an internal state of the automaton, they are able to "lay a stone" on the ground: a cubical block of virtual matter is put in place. If another stone should come to be placed on the same location later on, it is laid on top of the first and the construction begins to rise. Every four levels, the "stone" is replaced by a "slab" and a floor appears. Other rules guarantee that various components will always be allowed access to the ground. All of the "laid stones" form a second automaton, which operates on top of, and independently of, the first.

Gestatio o (Slum- Opera) *(Figure 2, see page81).*
This system presents several additional degrees of complexity compared to the preceding one. The building automaton is already three-dimensional, and becomes analogous to digital bioculture. The "stones" can take on several different shapes and are equipped with their own behaviour: they become "characters" who maintain relationships with each other. They are concerned about each other, but indifferent to the "creatures" teeming below them, to whom they owe their appearance. Their behaviour is rather basic: each character turns in the direction in which it sees the most people. This geometry, which is called "consultative", is found in a crowd which breaks up into discussion groups after an orator has finished his speech: a system with several centres, all of which are defined at the time the system is set up and by the way it is set-up. The characters can even be "mass" or "space" types; a "space" character will dig a hole in the "mass" characters that arrived before it. Finally, the digital "seed" which has sown the bioculture is an organised list of numbers, formatted in an appropriate way. Such a list can be used to codify a piece of information; the information selected for this attempt is the ritournelle of Orpheus by Monteverdi.

Here, the kinship between the architectonic object and the music is not the same as that between the score and the work itself: it would be impossible to decode the architectone to produce a melody. It is rather like that of two individuals resulting from the same digital genotype, expressed in two different universes. The hybridisation intervening in the computer memory between the form of the musical information and that of the architectonic information is only possible through a loss of meaning which both of them underwent upon entering processing. Both resulting messages are formally similar. They can be combined using all sorts of methods. Their absurdity transforms the memories into a sort of crucible in which a veritable digital alchemy takes place, producing transmutations, transcodings, evolutions, etc. At the end of the process, objects will emerge that will become pathological monstrosities or viable creatures with a promising future, depending on the context in which they appear.

Morphologies of the *Bulgarian Solitaire:*
Coophore.*(Figure 3, see page 82).*
This system includes fourteen different characters, each with its own specific behaviour. Their proportions and the direction in which they orient themselves are determined by the context in which they find themselves. They probe their environment using their own methods. One of the characters proliferate in a system with few inhabitants and limits its families in a more dense environment. Another, more "snobbish" character only reacts to those whom he considers to be his equals. The "capricious" ones refuse to settle in a place already frequented by another character; the "misanthropes" turn their backs on everyone, whereas the "convivial" ones look at each other. The resulting object society becomes a veritable formal opera with gradually fractalising details. It offers composition without symmetry but full of regularities, a sort of proto-urban bonsai in which the imagination is eager to wander.

Mutations of the White Doe.
First Mutation: Coirault *(Figure 4);* ***Second Mutation: Doncieux*** *(Figure 5).**See page 83*
These are some of the most complex objects that we have created for the moment. They belong to a series that is still being produced, which will include eight morphologies in all. In the preceding example, the proportions of the objects depended on the context; in this one, even their morphology is defined by surrounding conditions. A cube can deform itself in any way whatsoever and turn into a beam, a post, a slab, a pyramid, or any type of hexahedron, even a degenerated one, i.e. with one or more sides reduced to points or lines); a cylinder can become a cone, a rod or a disk; its base will become elliptical, and its axis oblique; and so on.

The complexity of these objects makes it difficult for them to undergo stereolithographic modelling; it is very hard to see the details when they are looked as a whole, but a close-up reveals extremely rich landscapes, which yield an immediately architectonic meaning.

Nicolas Reeves, de l'Université du Qebec à Montréal.

GLOSSAIRE INFORMATIQUE.

Par Pierre Morvan

approche variationnelle (angl. Parametric approach) : Technique complémentaire de la conception* assistée par ordinateur, qui permet de propager à l'ensemble d'une pièce visualisée en 2D ou en 3D toute modification locale, en respectant les contraintes géométriques et mathématiques liées à la faisabilité. (C'est une technique essentielle de l'ingénierie* assistée par ordinateur).

assistant numérique personnel (angl. Personal digital assistant[PDA] : Ordinateur portatif, avec ou sans clavier, dans lequel les données sont entrées par saisie directe sur l'écran, à l'aide d'un stylet spécial.
Outre la reconnaissance de l'écriture manuscrite, à l'aide d'un dictionnaire, ce dispositif est pourvu de plusieurs fonctionnalités telles qu'agenda, répertoire, messagerie, etc. Il peut être connecté à un réseau de transport.

base de connaissances (angl. Knowledge base) : Ensemble structuré d'informations représentant les connaissances (expertise, savoir-faire…) acquises dans un domaine donné.
La représentation des connaissances peut prendre différents modèles : règles de déduction, réseaux sémantique ou frames. Dans le système à base de connaissances, souvent appelés systèmes experts, le problème à résoudre est exprimé sous forme de base de connaissance.

boîte à outils (angl. Tool box) : Bibliothèque de programmes permettant de simplifier en réutilisant des procédures élémentaires ; des boîtes à outils de dialogue, qui permettent de développer des interfaces conviviales ; des boîtes à outils de procédures élémentaires (ou de classes dans le cas de la programmation par objets), qui comportent des ensembles de traitements prédéfinis que l'on choisit en fonction du problème à résoudre.

disque numérique polyvalent (angl. Digital Versatile Disk [DVD] : Disque numérique optique de grandes capacités à usages multiples : audio, vidéo.
La capacité d'un tel disque varie de 4,7 Go pour un simple couche/simple face jusqu'à 17 Go pour un double couche/double face, soit 8 heures de vidéo. Les données sont stockées sous forme d'alvéoles gravées dans un matériaux réfléchissant lu par un rayon laser de courte longueur d'onde. Une version réinscriptible est commercialisée sous différents types, tel le DVD RAM (angl. Digital Versatil Disk-Ramdom access memory).
Les principaux constructeurs se sont réunis au sein d'une association, le DVD-forum, afin d'en définir les standards.

forum de discussion (angl. Newsgroup) : Service offert sur Internet qui permet d'échanger des sujets de discussion.
Les forums permettent de partager des points de vue sur certains sujets d'intérêt commun. Il peuvent être libre, tout le monde peut alors y présenter un article, ou contrôlés. Les envois sont alors automatiquement dirigés vers un contrôleur, appelé aussi médiateur, qui les filtre et, éventuellement les modifie, puis transmet le version validée.
La création d'un nouveau forum de discussion exige qu'elle soit approuvée par la communauté Internet et qu'elle soit soumise au suffrage des utilisateurs. C'est "l'appel au vote" (call for vote). Un document préalable à cette création précise les intentions et les motivations de l'initiateur ainsi que le contenu souhaité des débats. C'est le la "demande de discussion" (angl. Request for discussion).
Les questions les plus courantes évoquées dans le forum sont regroupées dans un fichier appelé "foire aux questions" (angl. Frequently Asked Questions) [FAQ].

ordinateur de réseau (angl. Network computer [NC]) : Micro-ordinateur aux fonctionnalités réduites se comportant comme un terminal connecté au réseau Internet, les logiciels de service et d'application étant chargé à partir du réseau. SYN. Client léger, terminal Internet.
Le concept d'ordinateur de réseau marque un retour vers les architectures distribuées, mettant en jeu des terminaux plus ou moins intelligents.
Dans les années 70- 80, la tendance était de doper les terminaux jusqu'à en faire de véritables stations de travail assises sur des mini-ordinateur d'abord, micro-ordinateurs ensuite.

portail n.m. (angl. gate) : Porte d'accès générale à un site de la Toile regroupant plusieurs offres de services. SYN. : site portail.
Internet est devenu rapidement une des principales sources d'informations. Pour satisfaire ce besoin et amplifier ce phénomène, deux modèles complémentaires sont entrain d'émerger : celui du portail et celui du concentrateur* (angl. hub).spécialisé.
L'objectif de ces modèles est le même : que l'internaute gagne du temps en en accédant rapidement à de l'information pertinente. L'objectif du portail est de drainer les grandes masses d'utilisateurs vers quelques points d'entrée privilégiés ; les internautes viendront sur les portails pour naviguer et se connecter sur leurs sources d'informations favorites (par ex. bourses, météo, etc.). Pour échantillonner de nouvelles sources d'informations, les concentrateurs d'informations sont spécialisés par thème, par secteur, etc.

signature électronique (angl. electronic signing) : Information codée permettant d'authentifier l'émetteur d'un message.
Le développement du commerce électroniqué, sur Internet notamment, implique, outre une sécurisation des transactions, une authentification de l'émetteur. La signature électronique souscrit donc aux mêmes obligations que la signature manuscrite, garantissant notamment l'intégrité du document transmis. En France le signature électronique vient d'obtenir sa reconnaissance légale.

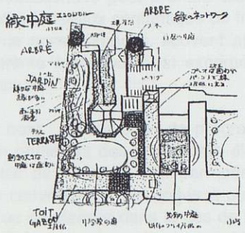
Source : Dictionnaire de l'informatique. Larousse 2000.

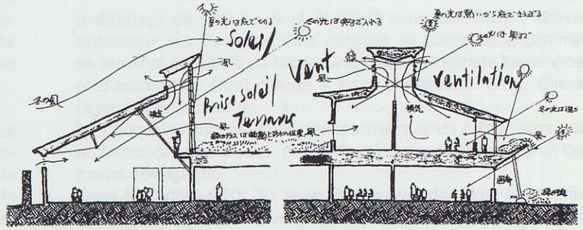
ACTUALITES

EXPOSITION TEAM ZOO

TEAM ZOO. NANTES, À PARTIR DE JUIN 2001.
Une exposition doit fêter le trentenaire non pas d'une agence d'architecture, mais d'une " formation " d'ateliers à géométrie variable, réunies par le ciment de l'esprit Yoshizaka — qui fut aussi collaborateur de Le Corbusier — et l'exigence de faire de l'architecture seulement par plaisir.
Architectes artistes — et tant pis pour le pléonasme —, architectes engagés avant l'heure dans l'écologie, le refus de l'exclusion et du show-biz architectural, la formation japonaise a parsemé l'archipel de plus d'une centaine de bâtiments : tout sauf des boîtes… des milieux d'échange au contraire, " troisièmes peaux " des hommes qui doivent les protéger sans contrarier leurs gestes, sans gêner leur mutation dans le temps. Team Zoo a œuvré sur un panorama illimité d'échelles, partant du mobilier et embrassant jusqu'à la ville — ils sont responsables du schéma directeur de Taiwan. En inclassables dissidents de l'" architecture de grandeur conforme ", ils revendiquent leurs projets comme les fruits d'une conversation à bâtons rompus entre architectes, qu'un Gaudi, un Mackintosh ou un Hundertwasser doivent pour sûr regarder avec envie.

TEAM ZOO. Du 8 juin au 16 septembre 2001, du mardi au samedi de 15 à 21 heures, le dimanche de 15 à 19 heures. Le Lieu Unique, ancienne usine LU, Quai Ferdinand Favre (entre gare Sncf et Cité des Congrès), Nantes, France (à 2 heures de Paris en train). Renseignements : 00 33 (0) 2 40 12 14 34. www.lelieuunique.com, et info@lelieuunique.com.
Vincent Pfruner.





"Collège Diderot à Aubervilliers, Seine Saint Denis,France ; Concours, projet lauréat 1992-94".

YONA FRIEDMAN
Exposition à Paris

"Yona Friedman. Théorie et images ". Du 25 octobre 2000 au 14 janvier 2001 à Paris, exposition de l'" architecte-chercheur " né en 1923 à Budapest et établi à Paris, qui présente la matière visionnaire préférée de laquelle se pare l'"artiste " dans son quotidien domestique. Autour du foyer reconstitué par la salle de séjour de l'appartement du couple, colorée de fresques et de sculptures, un encombrement de maquettes, dessins grand format et photomontages revisitent la " ville spatiale " de Paris à New-York accompagnés des fameuses " nappes spatiales " de toutes échelles, y compris de celle qui condamne à laisser dans le jardin…
Vincent Pfruner.

LA VILLE AVEC VOITURE MAIS LAQUELLE ?

Depuis un certain temps déjà des voix se lèvent - dans des colloques, manifestations, revues -, pour condamner la voiture circulant en ville et pour louer, à sa place, le transport en commun, le vélo, les rollers, les pieds.

Le Carré Bleu prit récemment une part active dans ce débat en organisant un concours d'élèves sur le sujet " La ville sans voiture " qui fit d'ailleurs présenté largement dans l'un de ses récents numéros.

D'autres chercheurs et citadins demeurent sceptiques à la perspective d'une ville privée de voitures. Plusieurs études et expérimentations en France et ailleurs nourrissent effectivement cette attitude : la ville sans voiture demeure une utopie.

Car le problème, au fond, n'est pas la voiture elle même, mais ce que l'on en fait et comment s'insère-t-elle dans le contexte urbain. Or le moyen *individuel de locomotion est indispensable en ville qui demeure le lieu privilégié des contacts non virtuels. Il est temps de modifier radicalement l'attitude de facilité qui serait l'exclusion de la voiture de la cité et chercher plutôt une solution plus constructive, à savoir, la symbiose possible entre la ville et l'automobile

C'est ce que propose le système Domobile, un projet qui a été publié dans le Carré Bleu, N° 3/88. Ses prémisses sont simples : comme le puits, le moulin, le poêle, devenus avec le temps d'équipements d'eau, de climatisation et d'énergie, aussi la voiture utilisée en ville peut se transformer en un équipement urbain.

Prenant la forme d'éléments architecturaux mobiles, privés ou publics, cet équipement s'intègre pleinement au tissu urbain, le vivifiant et le valorisant. La technologie permettant l'emploi de ces éléments comme moyens de transport est celle de l'automobile , leur nature proprement dite tiendrait plutôt du bâtiment et du milieu urbain.

Depuis sa publication dans la revue, le projet a été présenté au Centre Georges Pompidou, et ensuite, grâce au concours des Ministères de la Recherche, de la Ville et des Affaires Etrangères, dans une trentaine de villes à travers le monde. Parmi ses dernières présentations figurent celles au Centre d'Architecture Allemand à Berlin, et aux Musées de Science de Bangkok et de New York.

La réaction du public est partout quasi unanime : l'intégration de l'automobile au bâti est inévitable si l'on croit au futur de la ville. Dans cette perspective, le rôle de l'architecte est primordial. Il est le plus apte à fusionner les connaissances et les visions menant vers la symbiose entre les moyens de locomotion individuels et le cadre urbain. En élargissant l'étude entreprise au sein des écoles d'architecture et instituts technologiques, ce qui est en train d'être tenté, nous espérons entamer ses premiers pas.
Edward Grindberg

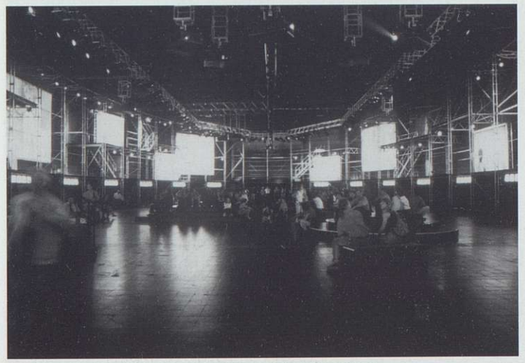
HANOVER 2000

Qu'il est difficile d'avoir à assumer l'échec de ce qui aurait pu être le lancement symbolique de ce siècle.

Et pourtant tout avait bien commencé, le choix d' une ville industrielle au sein d'une région hautement touristique dont l'hebdomadaire Stern n'hésite pas à affirmer que sa principale attraction est son bordel. La logique alors oblige, pour ajouter à cette ambiance festive, que l'on entreprenne la mise en chantier d'un parc d'attractions à des fins culturelles.

Dans un souci de cohérence à notre époque, l'événement se fonde autour des thèmes : écologie, homme et technologie.
Le 1er juin tout est réuni au point de permettre aux organisateurs d'espérer égaliser les 40 millions de visiteurs de l'exposition de 1992 à Séville.
Ainsi le parti pris de trancher avec les expositions précédentes, de ne pas seulement mettre en exergue les avancées techniques de chaque pays, mais aussi de faire la démonstration optimiste d'un état des lieux de notre planète à travers l'intitulé : " Homme – Nature – Technologie : un nouveau monde se fait jour ", permettait de fédérer à Hanovre les préoccupations planétaires et les avancées technologiques.

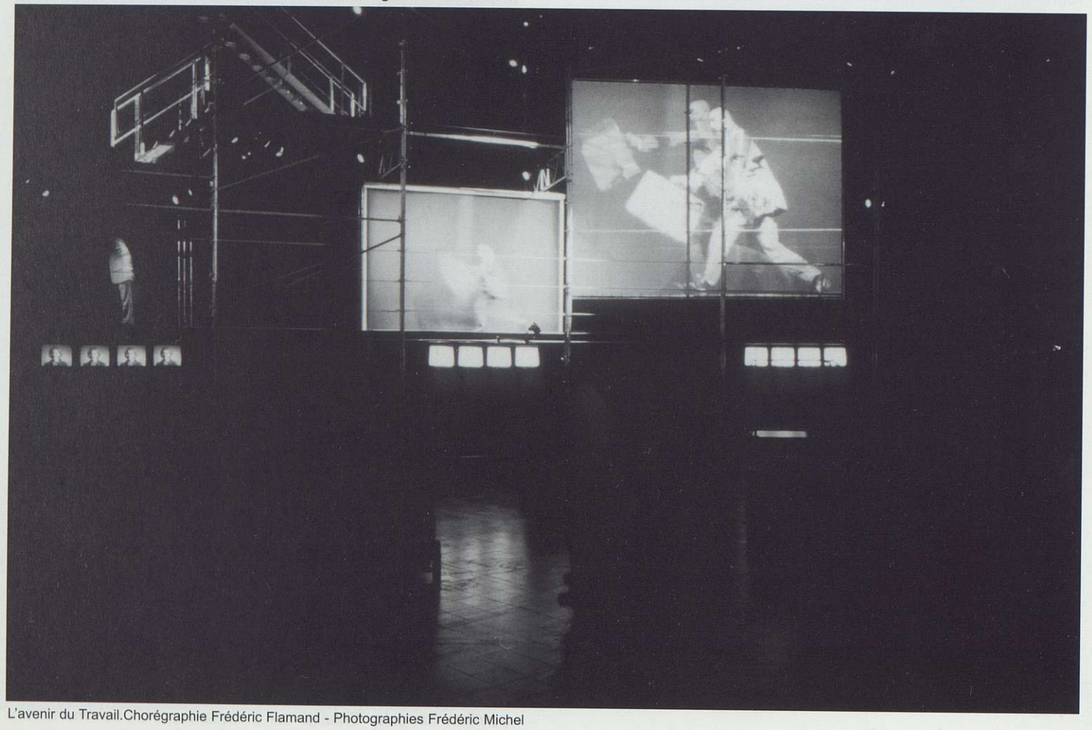
Tout serait parfait, si l'on oublie le refus massif des O.N.G. (Organisations Non Gouvernementales) de participer à cette " fête " autour d'un intérêt commun sur l'environnement durable. Cette décision quasi unanime est motivée par l'instrumentalisation de leur état de pensée. En outre, ils jugent l'exposition universelle comme un outil de propagande trop médiatique, proche de la mascarade et certainement trop consensuelle pour permettre des avancées significatives en matière d'écologie .
En même temps la presse internationale s'interroge sur la pertinence de réunir à Hanovre des exposants du monde entier. Si aux siècles des Lumières et de l'industrialisation il fut nécessaire de regrouper en un lieu les innovations du moment, notre époque par son ultra médiatisation nous place dans une position de savoir immédiat. En d'autres termes, est-il pertinent de regrouper dans une ville d'Europe du nord, en période estivale ce qu'Internet peut offrir à chacun dans son salon ?
Pour attiser l'envie et faire déplacer les foules il faut permettre aux visiteurs de trouver sur place une information impossible à communiquer par les médias.
Les organisateurs l'ont parfaitement compris en créant de toutes pièces une portion de ville de 170 hectares mise à disposition des 200 exposants.
Pour répondre aux exigences écologiques, les organisateurs ont exigé que chaque bâtiment soit recyclable. Ce qui laisse penser que plus rien ne restera de l'Exposition Universelle d'Hanovre 2000. De plus L'espace mis en scène par l'architecture et l'aménagement du parc demeure des éléments qui doivent se vivre et qui reste impossible à appréhender au travers des médias.



Photographies : Cedric Michel. Pavillon Mobilité Expo 2000

Alors laissons place à l'architecture qui en pareil cas sait se montrer spectaculaire, enfin on l'espère.
C'est le pavillon néerlandais qui remporte tous les suffrages par sa pertinence et son esthétique. Il s'agit de superposer les différents paysages hollandais en un bâtiment emblématique digne de ce que fut la Tour Eiffel pour Paris ou encore l'Atomium pour Bruxelles. Son contenu demeure par contre sporadique et l'on comprend que la cohérence reste dans l'architecture. Le pavillon japonais, lui brille, par sa capacité à être recyclé grâce à une structure de papier qui sera entièrement réutilisable en cahiers d'école. C'est là sa seule qualité car il est en réalité une énorme coque dépourvue d'espace et de sens. Mais la palme du mauvais goût mêlé au vide de contenu est attribuée au pavillon français. Celui-ci est à l'initiative d'un commanditaire

privé, célèbre distributeur de vêtements de sport qui dès l'exposition terminée le recyclera à cet usage. On notera une participation architecturale intéressante de l'Estonie et de la Roumanie mais la plus remarquable des architectures ne peut palier un manque de propos.
L'intelligence du pavillon suisse de Peter Zumthor met en scène un labyrinthe fait de l'amoncellement de planches de bois où il est juste question d'apprécier les mets de la confédération à l'écoute de musique contemporaine. Rien ne vient vanter les atouts des hauts alpages ou encore l'efficacité de leurs banquiers. C'est un choix intéressant qui nous permet d'échapper aux sempiternelles vidéos à but touristique.
C'est ici que l'on retrouve la vocation à étonner de l'Exposition Universelle, car tout n'est jusqu'ici que la démonstration déjà trop accablante de l'emprise de la technologie au détriment d'autres moyens d'expression. On retrouve cette pertinence dans le travail scénographique de Jean Nouvel associé à Frédéric Flamand dans la Hall 4 destiné au thème du mouvement. Ainsi la chorégraphie conçue pour illustrer le monde du travail est une fusion de danses, de vidéos, de sons . Cette attraction est le témoignage d'un état d'avancement d'une société. Jean Nouvel, en créant un décor de théâtre et en participant à la mise en scène démontre que les enjeux de l'architecture ne se résument pas en un passage entre intérieur et extérieur mais bien en un espace spectaculaire et réfléchi.
Il me reste à remercier le célèbre architecte japonais Toyo Ito pour son installation qui consiste en une plage, havre de paix parsemée de fauteuils relaxants qui permettent de reposer les corps " meurtris " des visiteurs fatigués. Joseph Matraja



L'avenir du Travail.Chorégraphie Frédéric Flamand - Photographies Frédéric Michel

Thèmes des prochains numéros

N°1/2001 : Haute Qualité Environnementale, pays du sud.

N°2/2001 : Haute Qualité Environnementale, pays du nord.

le carré bleu

feuille internationale d'architecture
33, rue des francs-bourgeois - 75004 paris
secrétariat : 18, Avenue André Vivien 94160 Saint Mandé - France
Tél : 01.43.65.74.74 / Fax : 01.43.65.76.76.

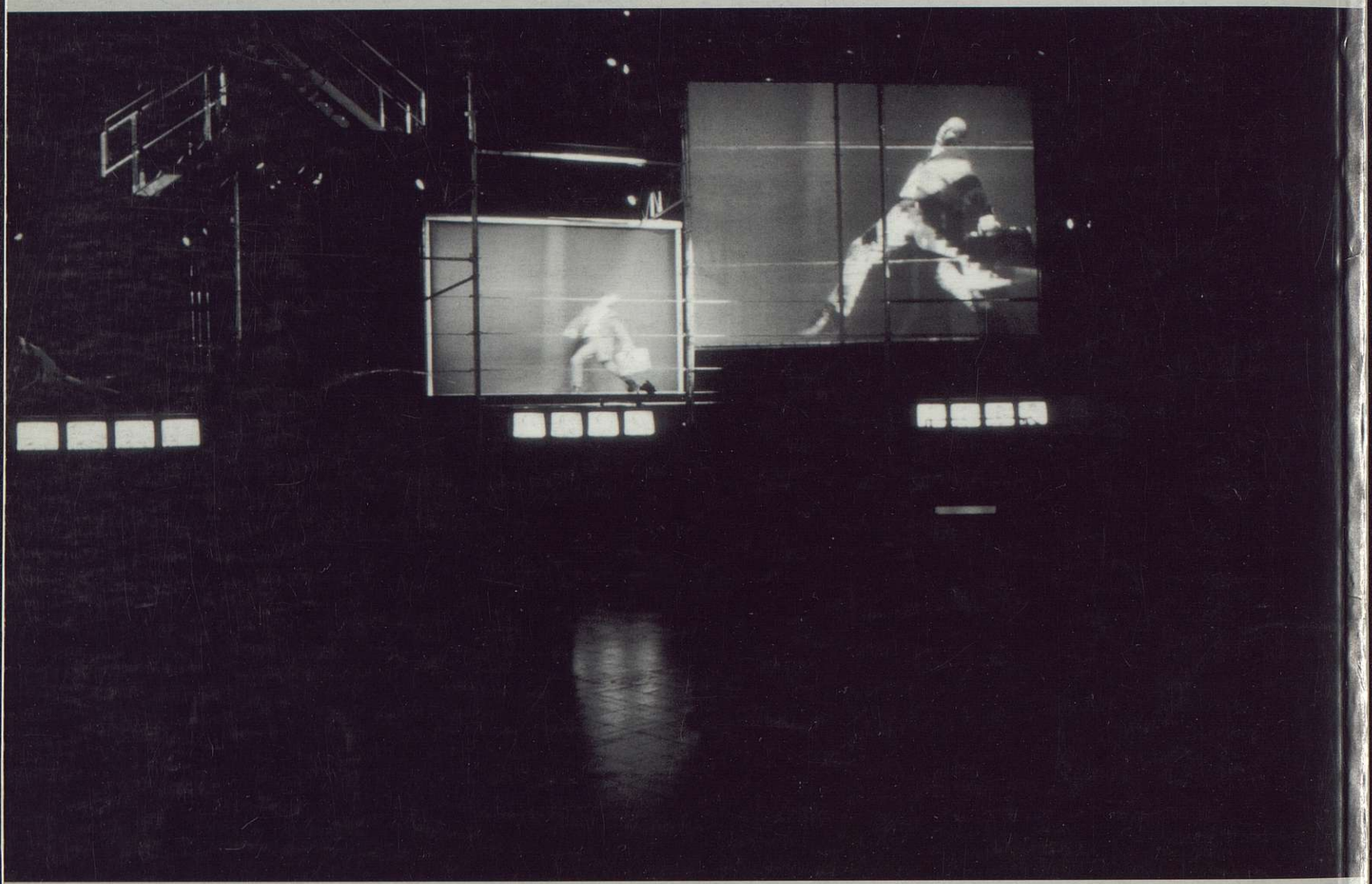
Demande de renouvellement d'abonnement

Nom :

Adresse :

Tarifs d'abonnement 2001

France : 300 F TTC CEE : 340 F TTC
Etranger hors CEE : 380 F TTC

Avec nos remerciements, paiement par chèque bancaire, mandat, ou virement au CCP Paris 10 469 54Z
Une facture vous sera adressée à votre demande.

ISSN 0008 6878 le carré bleu SIRET 78 43744900022