

**Melina Giannakis
et Pierre Côté**

Architecture interactive par structuration et manipulation d'information 3D

Ceux qui ont lu Notre-Dame de Paris de Victor Hugo se souviendront du chapitre II, livre V, intitulé « *Ceci tuera cela* » où il est question des paroles énigmatiques de l'archidiacre : « Ceci tuera cela. Le livre tuera l'édifice ». À cette époque, Victor Hugo était fort probablement loin de s'imaginer qu'un jour la « *texture* » architecturale – son expression, sa matérialisation – et ses propos connaîtraient une nouvelle période de convergence. Une période que la culture mondiale est en train de traverser. En effet, la mutation du XXI^e siècle est comparable à celle qui a eu lieu au XIV^e siècle, quand on passa des moines copistes à l'imprimerie. Ce changement de civilisation a touché nos modes de représentation et notre rapport à l'espace et au temps. Il en est de même de la mutation en cours qui dépasse le cadre technologique. Elle est aussi culturelle et économique. Internet et le virtuel sont le nouveau monde, une terre inconnue qui reste à découvrir, à habiter et à « civiliser ». Ce cybermonde déterritorialisé est un profond changement de notre espace habituel.

Considérée au sein de cet univers d'informatisation et de « nouvelles technologies », l'architecture se développe sous des angles nouveaux. On voit l'émergence d'un certain nombre de techniques cybernétiques et leurs applications dans le monde de l'informatique bouleverser à nouveau les « fondations » de l'architecture. Les rhétoriques aux extrêmes technophiles et technophobes clament que « *l'espace est mort* », que « *la ville est morte* », que « *la notion de public est morte* ». Cependant, alors que la polémique des technophiles et des technophobes au sujet de la technologie comme outil de formulation d'une architecture nouvelle bat son plein, leur cadre d'opposition révèle bien souvent les revers de désirs communs, de besoins de repères et de définitions. Le présent article propose l'interaction comme piste de réflexion quant à la définition d'une architecture dans l'espace virtuel et démontre le potentiel de l'interaction avec un espace 3D, dans un contexte d'atelier d'architecture.

L'interaction en CAAO'

Comme le disait Forester², l'avènement et la généralisation des technologies du traitement électronique de l'information dans les années 1980 constituent, sur un plan historique, la quatrième

phase de la révolution industrielle. Cette généralisation n'a pu se réaliser qu'en permettant l'accès aux systèmes de traitement de l'information à la plupart des catégories socioprofessionnelles, sans demander de compétences particulières aux utilisateurs. Il y a toujours une certaine satisfaction à voir se réaliser de vieux rêves, mais cette satisfaction laisse rapidement place à la frustration, car ce qui est important ce n'est pas de réaliser les rêves d'hier, mais d'imaginer ceux de demain. Or, les ordinateurs ne sont pas seulement des outils, ils sont également des univers. Le jeu vidéo nous l'a appris ; l'ordinateur est capable de contenir un univers imaginaire, animé, délirant, un univers avec ses propres règles, ses propres codes, sa propre histoire, dans lequel la machine nous invite à prendre place.

De l'écran à l'espace

Depuis plusieurs années, le développement des technologies interactives permet de leur accorder le pouvoir de rompre la distance entre cet espace virtuel et l'espace de notre expérience. Par ailleurs, l'interactivité proposée en ce qui a trait à l'architecture offre une sortie pratique des apprentissages. En effet, c'est par l'expérience que l'on s'approprie au plus profond de soi la connaissance. L'interactivité offre les perspectives d'un outil de construction du savoir où concepteurs et utilisateurs sont les maçons. Chacun peut à volonté répéter les gestes, découvrir lui-même les résultats de son action, les théories qui y conduisent et échanger ses points de vues avec d'autres. P. Lévy³ nous rappelle que l'homme est un être de projet qui construit son monde. Le projet de l'intelligence collective tente, tel qu'il l'entend, d'articuler d'une nouvelle manière l'individuel et le collectif dans un « nouvel espace du savoir ». Nous pensons que le fait d'adapter ce principe d'intelligence collective – grâce à l'interaction – à l'atelier de conception architecturale peut offrir des perspectives de méthodologie nouvelle dans l'étude de l'architecture.

S'il est vrai que les espaces virtuels sont parcourus uniquement par une infinité de bits, que la matière « organique » n'y a pas cours, on se posera également la question de savoir si l'on peut nier l'existence « d'autre chose que des bits » quand une personne interagit avec un univers virtuel. N'il y a-t-il donc rien

Melina Giannakis est architecte diplômée de l'Institut Victor Horta à Bruxelles et détentricrice d'une maîtrise en architecture de l'Université Laval (2002) ; elle a préparé cet article alors qu'elle travaillait au sein du Laboratoire de recherche sur l'identité par modélisation architecturale (LIMA).

d'autre que l'ordinateur nous permet, alors que nous pouvons entrer en contact avec des choses, les manipuler, alors que nous pouvons visiter des espaces, alors que deux personnes peuvent discuter, se voir et, espérons-le bientôt, se toucher à travers l'ordinateur ? Il serait difficile de s'opposer au fait que d'autres choses que la matière organique sont en jeu lorsque, dans le monde réel, l'homme entre en interaction, que ce soit avec des objets, avec des espaces ou avec d'autres êtres humains. Qu'en est-il de l'interaction au-delà de l'écran ?

Résoudre cette problématique de manière complète paraît bien ambitieux dans le cadre de notre recherche ; nous nous proposons plutôt d'explorer le potentiel de l'interactivité. En effet, dans le domaine des sciences cognitives – plus particulièrement dans les travaux de Francisco J. Varela⁴ – qui refuse de séparer le cerveau de la conscience de l'homme en action, il ressort que l'on ne peut pas caractériser le monde par des attributs, mais plutôt par des potentialités. Un des objectifs du prototype relatif à notre étude, intermédiaire entre l'anarchie et la règle absolue, visera à caractériser l'interactivité par les potentialités offertes (ill. 1, 2, 3).

Les hypothèses

Théâtralité

Nous nous inspirons de la conception théâtrale de Brenda Laurel⁵ dans *Computer as a Theater* ainsi que de celle d'Alice au pays des merveilles et *Ce qu'Alice trouva de l'autre côté du miroir* de Lewis Carroll⁶ pour renvoyer l'interaction à un imaginaire de communication comme espace d'élaboration partagée des informations et des connaissances. Penser l'interaction en termes d'espace ne paraît en effet pas impossible quand on pense à l'« espace cybernétique » ou au « cyberspace » de William Gibson⁷, écrivain de science-fiction américain qui a été le premier à utiliser, en 1984, cette expression de nos jours « commune » pour décrire un monde informatique interactif en trois dimensions, intégrant l'ouïe et le toucher : la *Matrice*. Par ailleurs, dans l'idée d'aborder l'interactivité en tant qu'*expérience*, nous envisageons un système *dynamique* dans lequel l'utilisateur devient *acteur* d'une mise en scène interactive par laquelle il est projeté, en tant que *personnage*, dans un monde imaginaire. L'analogie avec les jeux vidéo paraît au premier abord intéressante ; cependant, elle semble insuffisante si l'on introduit la notion de *création* et de *manipulation dynamique de l'espace* lors de son *expérimentation*. Le concepteur, lui, est à la fois scénariste, metteur en scène et *acteur* de cet imaginaire partagé. En effet, la notion d'acteur englobera ici tous les sujets qui agissent sur la construction et la manipulation du modèle interactif.

Nous présentons donc l'interactivité comme un espace entre le réel et la symbolique où l'un n'est jamais que le fondement de l'autre. Il y aurait ainsi dans l'étude de l'interaction architecturale un perpétuel dédale de perspectives et de significations qui s'enchevêtrent à la croisée des actes et des signes. L'écriture et la lecture d'une telle architecture deviennent les moteurs d'un discours créateur, dont l'interprétation demeure capitale.

Sphères opératoire et symbolique

Si l'on table sur la capacité de l'homme à expérimenter les milieux virtuels avec autant de persévérance et d'inventivité qu'un nouveau-né qui apprend à faire le tour de son corps, les perspectives de découvertes – sur les plans de la perception et de l'espace – qui s'ouvrent à nous sur l'appréhension de ces mondes sont immenses. Les univers virtuels permettent de représenter de nouveaux types d'espaces, non explorés, par exemple les espaces non-euclidiens comme le bord d'un trou noir. Une corrélation entre les espaces architecturaux euclidiens et les espaces architecturaux non-euclidiens, qui restent encore à définir, ouvre la voie à une autre vision de l'architecture. Ainsi, si l'on définit la « sphère opératoire » comme l'espace-temps des actions des acteurs sur les objets par l'intermédiaire du média et la « sphère symbolique » en tant que lieu de représentation et d'organisation de symboles, les signes restent des éléments dont la valeur de signification appartient à la sphère symbolique. Il serait alors possible de postuler que, par l'interaction, le champ de l'expérience et le champ symbolique sont liés par des échanges circulaires et des reflets de l'un dans l'autre. Aussi, ces transferts induisent-ils une perméabilité entre la sphère opératoire et la sphère symbolique et engendrent-ils une relation triangulaire entre la visualisation, l'interaction et la sémantique. Nous cherchons à identifier, à l'aide de ces articulations, ce qu'un modèle interactif nous donne à voir et à comprendre : comment les actes et les éléments d'une telle interface lient-ils acteurs, contenus et symbolismes (ill. 4) ?

Monde « énéacté »

Un monde perçu n'est pas indépendant de celui qui le perçoit, qu'il s'agisse d'un monde « concret », « opératoire », ou d'un monde « virtuel ». Cette assertion, suscitée par Varela⁸ particulièrement en ce qui concerne le monde « opératoire », est en rupture complète avec deux mille ans de philosophie occidentale, celle qui a commencé avec la parabole platonicienne de la caverne.

Affirmant cela en matière d'espace virtuel, il paraît évident qu'à l'instant où un utilisateur a la possibilité d'interagir avec un espace et de le modifier avec l'outil informatique, il élabore – par

ses actions, par association d'idées, par fonction chronologique ou par tout autre argument de son choix – l'espace même qu'il explore. Son rôle, en tant qu'acteur et personnage dans la mise en scène interactive, est de faire émerger des multiples combinaisons disponibles une seule d'entre elles. Donc, la conviction est ici que tout esprit surgit dans un monde et s'éveille à lui-même dans ce monde, opératoire ou virtuel ; celui-ci est donné à l'esprit et l'esprit l'invente à chaque instant de son parcours.

En tant qu'individus au sein d'un monde « concret », nous nous trouvons donc dans un monde antérieur à nous, à notre réflexion sur lui et, pourtant, ce monde n'est pas séparé de nous et de notre réflexion sur lui. Cela dessine donc la limite de toute tentative « de connaissance de la connaissance », mais en même temps fait apparaître entre l'esprit et le monde, dans cette boucle récursive, un nouvel espace à explorer : en tant qu'outil et espace à part entière, support de l'activité cognitive sur un monde, l'interactivité telle que proposée dans le prototype contribuera à cette exploration.

Ainsi, nous émettons l'hypothèse, inspirée de Varela⁸, que ce qui est su ou perçu à l'aide du prototype se construit en collaboration avec celui qui sait ou qui perçoit. Le fait qu'un individu soit à même de se débrouiller dans un monde malgré le fait qu'il ne possède pas une représentation préalable de ce monde et que son monde émerge avec ses actions, définit un monde « énéacté », selon la définition introduite par Varela en 1988 dans son *Invitation aux sciences cognitives*. L'énéaction se définit comme le « faire-émerger » d'un monde commun ; elle vise à souligner la dynamique du processus cognitif, dans un monde considéré au niveau phénoménal : c'est de l'activité dans un monde qu'émerge le sens de ce monde et des choses. L'interactivité, dans notre étude, est considérée comme un monde énéacté, un espace propre à chaque utilisateur, différent à chaque instant de son parcours et au-delà, différent à chaque ouverture de l'ordinateur.

Objectifs et démarche

Modèle interactif et représentation d'un « monde énéacté »

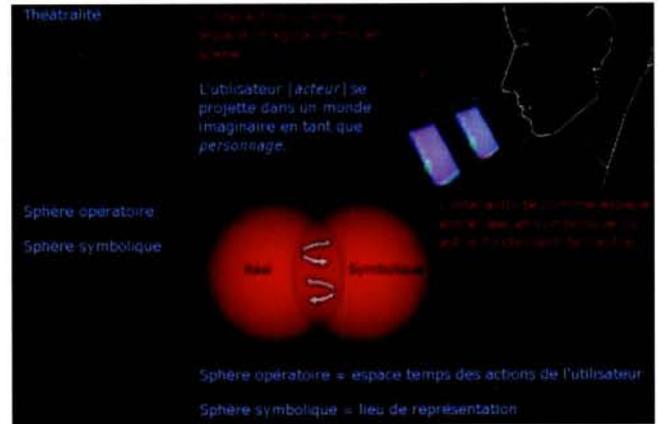
L'objectif que nous nous fixons est de dégager, à partir d'une simulation, élaborée sur la base des travaux des étudiants de l'atelier de CAAO, une façon de structurer, de manipuler et d'appréhender l'information 3D qui étaye notre définition d'une « architecture interactive ». Pour ce faire, l'intégration des principes de l'interaction humain-ordinateur et la description des actions élémentaires utilisées par le modèle interactif proposé sont établies. Ce dernier se construit à l'aide du VRML, *Virtual Reality Modeling Language*, choisi pour la capacité d'affichage, de

manipulation et d'échange d'information 3D et pour la flexibilité en ce qui concerne sa spécification. Le VRML est en quelque sorte comparable à un équivalent 3D du HTML (*HyperText Markup Language*) utilisé dans la composition de pages Web. Par ailleurs, nous ralliant à la position de Philippe Quéau⁹, nous pensons que l'utilisation de la réalité virtuelle dans un but interactif ne peut que stimuler, par sa dynamique, la participation de l'utilisateur et sa compréhension du monde réel. On peut alors espérer éveiller une stimulation et un apprentissage d'autant plus importants chez les étudiants. En outre, l'emploi du VRML étend considérablement la gamme d'éléments visuels et sonores utilisables dans le cadre de la CAAO.

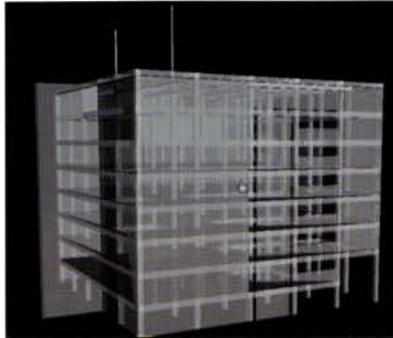
L'objectif du modèle interactif n'est pas d'étudier les processus cognitifs en jeu dans la création de l'univers « énéacté » dont nous faisons l'hypothèse (cela dépassant largement le cadre de notre recherche), mais plutôt de fournir une représentation à l'utilisateur de cet espace qui, d'un point de vue rationnel, est souvent nié. En effet, l'Occident se base sur le développement rationnel et l'enchaînement logique d'arguments tirés de l'observation et de l'expérimentation ; mais une autre façon de concevoir les choses, originaire d'Orient et beaucoup plus ancienne, s'appuie sur la *contemplation* du monde phénoménal et la compréhension intuitive de celui-ci. Il apparaît bien entendu que ces deux voies sont complémentaires. Aussi, avons-nous choisi la « métaphore du chemin parcouru » comme outil de représentation. Une métaphore permet de jeter un éclairage nouveau sur une idée, en même temps qu'elle fait appel, par transfert de sens, à notre vision rationnelle du monde. Une métaphore manipule des représentations et en suscite de nouvelles : elle ne tient pas lieu de démonstration rigoureuse d'une idée.

La notion de représentation suppose généralement un monde figé, prédéfini par le concepteur. À notre avis, il en va tout autrement en ce qui concerne la représentation de l'interactivité envisagée comme espace sous une forme énéactée. En effet, si le préfixe latin « *inter* » est savant et signifie « entre, parmi », l'interactivité se voudrait plutôt « *activus* », à savoir pratique, par opposition à théorique. Traduite littéralement du latin, « pratique entre deux », l'interactivité se définit cependant d'une manière encore plus complexe, savante et plurielle. L'interactivité représentée dans le modèle est un monde en soi, médiatisé par le biais des éléments interactifs. L'objectif du modèle est de fournir des représentations de l'« *activus* » de l'utilisateur dans un temps déterminé, de son appréhension du modèle interactif, en même temps que cette représentation constituera un espace lui-même, non figé, un système ouvert lui permettant de visualiser, de visiter et de comprendre son « vécu » d'un autre espace. Car,

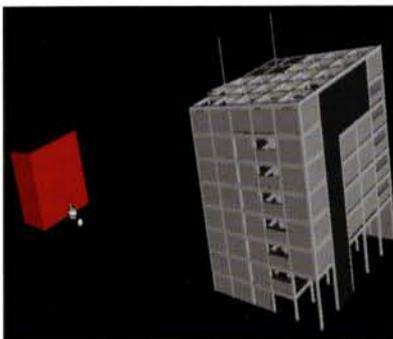
III. 4. Théâtralité, Sphère opératoire et sphère symbolique.



III. 2. Transformation géométrique d'un modèle 3D.



III. 1. Transparence d'un modèle 3D activée par un clic.



III. 3. Position d'un modèle 3D reliée à un autre.



III. 5. Changement de texture.

ainsi que le souligne Francisco Varela¹¹, L'idée fondamentale est [...] que les facultés cognitives sont inextricablement liées à l'historique de ce qui est vécu, de la même manière qu'un sentier au préalable inexistant apparaît en marchant.

Nous pensons en effet qu'une telle approche de l'interactivité peut être éminemment révélatrice au sein d'un atelier d'architecture : si l'on arrive, par exemple, à retracer les actions de l'étudiant sur un modèle 3D, à fournir une représentation de ce qu'il a cherché à comprendre ou à faire, certaines déductions s'avéreront capitales dans l'enseignement et la méthode de conception du projet d'architecture.

Les techniques d'interactivité : prototypage, évaluation et simulation

La représentation d'un modèle d'interaction requiert, entre

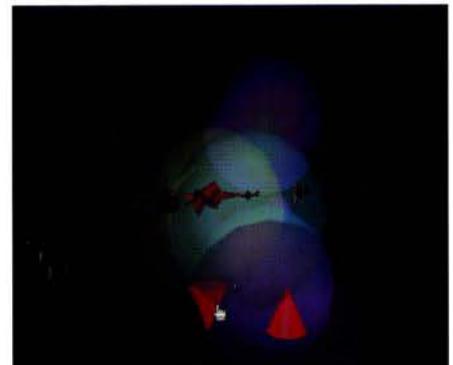
autres, la description des dispositifs d'interaction utilisés et leur mode d'activation, les choix de représentation de l'information, la structuration des échanges réalisés, l'effet des actions de l'utilisateur sur les diverses composantes. L'élaboration du modèle interactif se base donc sur l'étude, non exhaustive, de diverses

techniques d'interactivité réalisables en VRML et appliquées à la modélisation du site proposé à des étudiants au trimestre d'hiver 2001. Des prototypes (éléments réutilisables et paramétrables en VRML) ont été réalisés pour chacune d'elles afin de les incorporer au modèle interactif. Au stade « présenté » du travail, ces prototypes expérimentent des interactions sonores et visuelles (apparence, luminosité, texture et géométrie) ainsi que des interactions entre le VRML et le HTML par l'utilisation de scripts (ill. 5, 6, 7, 8, 9).

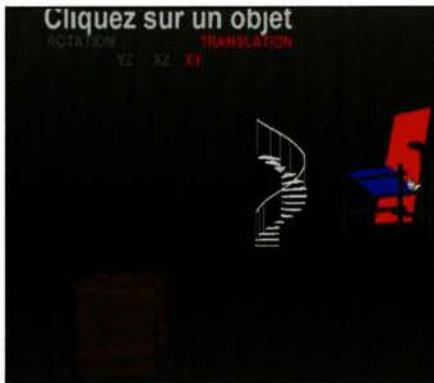
Un essai non définitif de mise en œuvre du modèle interactif s'inspire du « rubicube », la célèbre invention d'Erno Rubik alors qu'il était assistant au Département d'architecture d'intérieur à l'Académie des Arts et Métiers de Budapest, en 1974. Le rubicube offre en effet un type de manipulation connu de tous, riche en variations tout en conservant les propriétés d'un tout, d'un contenant global et unique tout au long de ses multiples transformations. Transposé dans un espace virtuel, l'analogie avec l'espace architectural nous est apparue intéressante, alors que la référence au cube, archétype de l'espace de Platon à Brunelleschi et jusqu'à Klee, souligne par ailleurs la confrontation des trois dimensions euclidiennes (x, y, et z) aux n – dimensions indéterminées de la réalité virtuelle.

Par ailleurs, un modèle d'interaction ne se limite pas à la conjonction d'une ou plusieurs techniques et de styles. La façon dont le modèle interactif et le lien entre les divers prototypes élaborés et le modèle interactif lui-même s'établiront est à l'étude et les éléments présentés ne constituent que des expérimentations sur le plan de l'interactivité.

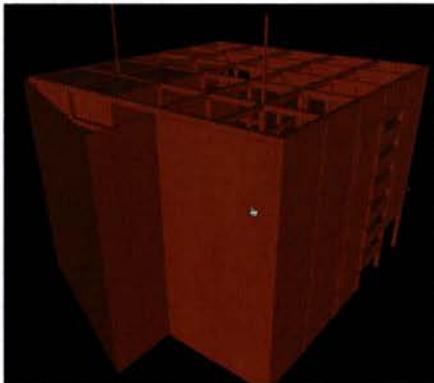
Afin d'évaluer l'interactivité du modèle définitif, nous l'intégrerons à un site Internet où les appréciations des utilisateurs et les résultats qu'ils auront obtenus par l'interactivité proposée



III. 6. Apparition d'éléments.



Ill. 7. Translation et rotation.



Ill. 8. Changement de couleur.

interactivité efficace afin de déterminer certains degrés d'interactivité permettant de dégager les combinaisons possibles et les limites.

La simulation, quant à elle, est omniprésente au sein de cette recherche par la nature même et la raison d'être d'un modèle. La modélisation permet en effet de concevoir des modèles dont l'acteur se servira pour raisonner, élaborer des projets d'action au sein du phénomène, anticiper et délibérer les conséquences de ces projets d'action. Les modèles sont donc potentiellement complexes et l'intervention de l'acteur devient capitale. La simulation intervient dans le cycle de prototypage – évaluation – simulation qui régit notre démarche systémique.

Conclusions

Nécessité d'une approche systémique

Au vu de l'exposé que nous venons de présenter, il ressort que l'apport de la systémique est fondamental dans notre démarche, particulièrement dans un contexte d'atelier. La systémique s'étaye sur l'histoire du lien, non plus comme une ligne vers la vérité, mais une spirale où toute connaissance n'est que provisoire et valide dans son contexte. Elle propose la modélisation comme méthode pour aborder la complexité et la globalité ; les problématiques s'envisagent à un niveau macroscopique, où l'incertitude est acceptée au sein d'un schéma de connaissances. Par la modélisation, il est possible de dresser la carte des relations et des interactions de chaque élément



Ill. 9. Interactions des technologies VRML, HTML et panoramiques.

constitueront un premier élément d'évaluation. Nous serons ensuite en mesure d'observer les agents et le contexte d'une

constituant un phénomène, plutôt que d'opérer par décomposition isolatrice de chacun de ces éléments. Les modèles élaborés sont des modèles ouverts à d'autres systèmes. La notion de cyclicité entre prototypage, évaluation et simulation vient remplacer la linéarité du cause à effet.

Cet apport de la systémique se fait notamment ressentir par la nécessité d'un modèle interactif pour étayer la définition d'une architecture interactive, par son évaluation et sa simulation dans le contexte d'un atelier de conception architecturale. Par ailleurs, notre approche de la sphère opératoire, de la sphère symbolique et des opérations qui s'établissent entre elles irait à l'encontre même de la définition que nous donnons à l'interactivité.

Implications virtuelles

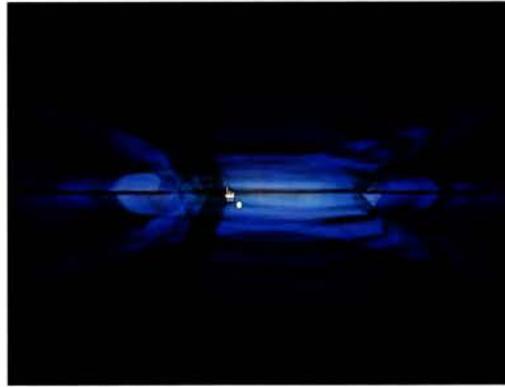
Il avait opéré en trip d'adrénaline pratiquement permanent, un sous-produit de la jeunesse et de la compétence, branché sur une palatine de cyberspace maison qui projetait sa conscience désincarnée au sein de l'hallucination consensuelle qu'était la matrice¹².

Cette hypothèse de William Gibson reste évidemment du domaine de l'imaginaire. Mais pour combien de temps encore ? Alphonse de Lamartine disait que « *Les utopies ne sont souvent que des vérités prématurées* » et les avancées technologiques nous permettent d'entrevoir la réalisation de la fiction de William Gibson. Par ailleurs, l'hypothèse de Gibson a ceci de séduisant qu'elle offre la possibilité de radicaliser les questions quant au rapport que nous entretenons avec le monde : il y a là la promesse d'un monde immatériel qui pourrait remplacer presque entièrement notre monde actuel. L'interactivité, à notre avis, tout en étant l'outil du passage du monde réel au monde virtuel et, de cette manière, un instrument qui nous permet de changer notre rapport au monde – réel ou virtuel – se place dans un espace intermédiaire à ces deux dimensions (ill. 10, 11).

Réalité et espace sont des concepts qui, tout au long de l'histoire, restent intimement liés. La problématique engendrée par la notion d'espace est une des préoccupations majeures au



Ill. 10 et 11. Mondes virtuels.



cas d'une activité non-procédurale, c'est-à-dire que l'on ne peut pas prévoir exactement, peut être exposée

cœur des arts visuels, qui met en évidence l'évolution des conceptions du rapport au monde, donc à la réalité. L'architecte, quant à lui, sculpte l'intangible de l'espace et la « peau » matérielle qu'est la surface murale lui permet de modeler l'immatériel. Nous pouvons dire que l'architecture est par excellence l'art de l'espace. Selon Michel Serres¹³, la topologie épouse l'espace en usant du fermé, de l'ouvert, des intervalles, de l'orientation et de la direction, de la dimension, etc. pour décrire les positions au sein de la réalité. Nous croyons que l'expérience spatiale est un processus topologique de perception globale qui conditionne la plupart des aspects de notre vie (public, privé, collectif, individuel, etc.). Nous commencerons donc, pour tenter de donner une représentation de l'interactivité, par fournir une topologie de cette interactivité pour ensuite arriver à définir l'interactivité comme un espace à part entière.

Par ailleurs, la dimension topologique et spatiale du virtuel prend de plus en plus d'importance. À l'heure actuelle, la plupart des écoles d'architecture et des architectes eux-mêmes s'intéressent à la notion de virtualité. De l'avis de plusieurs d'entre eux, l'espace virtuel est une donnée fondamentale et correspond aux développements les plus prometteurs de leur discipline. La « réalité virtuelle » que nous mettons peu à peu en place s'émancipe du domaine de l'altérité objectivement appréhensible pour conquérir l'espace en nous englobant totalement. Il s'agit là d'un sujet qui sort du cadre de notre recherche et, tout en restant conscients de cette problématique, nous nous intéresserons plus particulièrement à la dimension virtuelle de l'interactivité et à sa représentation dans un monde virtuel. John Walker (cité par Rheingold¹⁴), l'un des créateurs de la compagnie Autodesk et du célèbre programme de dessin d'architecture AutoCad, estime que « le cyberspace est le seul fonctionnement possible de la prochaine génération d'interface homme-machine ». Sans être aussi radicale, la question qui nous intéresse est de définir plus précisément la place et la forme de l'interactivité au sein de ces mondes virtuels, ainsi que son rapport à l'architecture.

Le rôle central de l'interface

L'interface n'est pas un accessoire ; elle joue un rôle central, elle doit aider les étudiants dans leur tâche et leur compréhension des choses. La difficulté à définir précisément la tâche que doit aider à résoudre un système informatique interactif dans le

a contrario par un paradoxe : si le concepteur d'une application interactive pouvait effectivement modéliser informatiquement la totalité de l'activité de l'utilisateur, il n'y aurait, dans ce cas, pas besoin d'interface utilisateur, ni même d'utilisateur ! On peut trouver un exemple dans la réalisation des systèmes de métro automatique : l'ergonomie « ultime » d'un poste de conduite de rame de métro n'est-elle pas la suppression pure et simple du conducteur, dès lors qu'un robot peut prendre sa place en toute sécurité ?

Aussi, ne nous donnons-nous pas comme objectif de fournir la « meilleure » interface possible (au sens de la minimisation de l'action et des erreurs pour une activité donnée). Voltaire disait : « *Le plus sûr est donc de n'être sûr de rien* » ; dans cette optique nous désirons offrir une façon la plus complète, la plus concise et la plus simple possible d'accéder aux objets informatiques et de les manipuler sans présupposer de tout usage qui peut en être fait, ainsi que d'en offrir une compréhension plus accessible.

Notes

1. Conception architecturale assistée par ordinateur.
2. Forester, T., (éd.), 1989, *Computers in the Human Context*, Boston, Mass, MIT Press.
3. Lévy, Pierre, 1994, *L'intelligence collective, pour une anthropologie du cyberspace*, Paris, La Découverte.
4. Varela, Francisco J., 1989, *Connaître. Les sciences cognitives, tendances et perspectives*, Paris, Éditions du Seuil. Varela, Francisco J., 1988 (nouv. éd. 1996), *Invitation aux sciences cognitives*, Paris, Éditions du Seuil.
5. Laurel, Brenda, 1993, *Computer as Theatre*, Reading, Mass., Don Mills, Ont., Addison-Wesley.
6. Carroll, Lewis, 1977, *Alice au pays des merveilles et Ce qu'Alice trouva de l'autre côté du miroir*, Paris, R. Deforges.
7. Gibson, William, 1984, *Neuromancien*, Paris, La Découverte.
8. Varela, 1989.
9. Varela, 1989.
10. Quéau, Philippe, 1995, « Les frontières du virtuel et du réel », in L. Poissant (dir.), *Esthétique des arts médiatiques*, tome 1, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, p. 347-352.
11. Varela, 1989 : 111.
12. Gibson.
13. Serres, Michel, 1994, *Atlas*. Paris, Julliard, p. 71.
14. Rheingold, H., 1993, *La réalité virtuelle, Quand l'illusion a toutes les apparences de la réalité*, Paris, Dunod, p. 198.