

# Vers la maîtrise du virtuel à travers le réel : un nouvel usage de l'informatique en design

*Tomás Dorta*

École de design industriel, Université de Montréal  
C.P. 6128, succursale Centre-ville  
Montréal, QC Canada H3C 3J7  
tomas.dorta@umontreal.ca

## RESUME

Un nouveau paradigme est proposé pour l'utilisation de l'informatique en design. Contrairement à l'approche actuelle, ce paradigme incite à un nouvel usage de l'ordinateur qui saurait mettre en valeur les expertises et capacités du designer dans l'interaction avec le système. Vu que l'outil informatique s'adapte mal à l'idéation, surtout au début du processus, les avantages de l'ordinateur sont présentement limités à des fins de présentation alors qu'ils devraient aussi servir pour le design en soi. Cette approche est expliquée et argumentée à travers deux techniques qui marient les avantages des méthodes manuelles aux méthodes informatiques.

**MOTS CLES :** Réalité virtuelle, modélisation 3D, média manuel, processus de design.

## ABSTRACT

This paper proposes a new paradigm in computer-aided design. Considering, on one hand the traditional sketches and mock-ups, and digital techniques on the other, this approach fuses the two and proposes new techniques that use the performance of the digital with the capacities of the manual, without replacing or imitating one or the other. In the development of design computer solutions, it is important to know the user well. However, most researchers propose systems that do not consider how designers actually work. This new approach is presented through two new innovative techniques.

**CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:** H.5.2 [User Interfaces]: Theory and methods; Input devices and strategies; I.3.7 [Computer Graphics]: Three-dimensional Graphics and Realism; Virtual Reality; I.6.5 [Model Development]: Modeling methodologies.

La reproduction en tout ou en partie du présent ouvrage sur un support papier ou sur un support électronique est autorisée sans frais à des fins personnelles ou académiques pourvu qu'elle ne procure pas un profit ou un avantage commercial. La première page des copies doit comporter cet avis au lecteur et la référence complète. La propriété du travail appartenant à des tiers doit être respectée. La référence doit apparaître lorsque le contenu est résumé.

Toute autre reproduction, présentation sur un serveur ou redistribution au moyen d'une liste nécessite une permission expresse ou comporte des frais.

IHM 2006, 18 au 21 avril 2006, Montréal, Québec.

© 2006 ACM 1-59593-350-6 5,00 \$US

**GENERAL TERMS:** Design, Human Factors

**KEYWORDS:** Virtual reality, 3D modeling, manual media, design process.

## INTRODUCTION

L'article présente un nouveau paradigme pour l'utilisation de l'informatique en design, le tout argumenté par des techniques innovatrices et par la discussion des expériences préliminaires issues de l'application de cette nouvelle approche. Partant d'une remise en question de l'usage actuel de l'informatique en design industriel, l'approche vise l'usage de l'informatique, principalement lors des premières étapes du processus de conception alors que la création est plus importante et l'ordinateur plus limitatif. De nos jours, l'informatique est plutôt un outil de présentation qu'un outil de design. Bien que la visualisation informatique ait amélioré la communication des formes complexes pour le designer, la plupart des tâches de conception et la prise de décisions sont réalisées à travers des outils manuels traditionnels comme l'esquisse et la maquette. Il est donc essentiel de proposer de nouvelles techniques pour vraiment profiter des avantages de l'informatique dans l'activité de conception.

Par ailleurs, un nouveau type de designer semble se distinguer dans la pratique : celui spécialisé en informatique, comme si l'informatique avait besoin d'un autre utilisateur que le designer typique. Mais est-ce que ces solutions informatiques sont vraiment adressées aux designers ? La complexité de l'outil et l'approche choisie pour l'intégrer en design fonctionnent-elles bien ? La plupart de solutions informatiques proposées en design viennent d'autres disciplines et sont efficaces pour d'autres types de tâches. En utilisant l'informatique de cette façon, sommes-nous en train d'affecter le résultat du processus de conception ? Si auparavant les outils manuels traditionnels avaient leurs propres limites, est-ce que le design actuel est aussi limité par ce nouvel outil informatique ? Voilà quelques questions soulevées par cette problématique. La nouvelle approche est proposée à travers deux techniques, une portant sur le design de

l'espace et l'autre sur la maîtrise de la forme : la réalité virtuelle dessinée [11] et la maquette hybride [12].

#### **L'INFORMATIQUE ACTUELLE = PRECISION**

L'ordinateur exige actuellement de la part du designer une précision et une finition de l'idée en gestation qui peuvent contraindre sa créativité. Les interfaces de logiciels 3D demandent une précision de la forme et de ses dimensions qui interpellent l'image mentale initiale que le designer a de la solution, et ce, dès le début du processus de conception. Cela arrive trop tôt dans la démarche, car les idées sont encore des incertitudes quant au problème à traiter [26].

De la façon dont les interfaces informatiques sont conçues, le designer est entravé dans sa démarche en se concentrant sur l'outil, plutôt que sur sa tâche de design [29][28]. À travers des actions structurées de la souris avec les commandes montrées dans les menus des logiciels, le designer est forcé de prendre des décisions prématurées, exigeant une précision inappropriée en comparaison avec les techniques d'esquisse sur papier [18].

Dans les principes de base de l'informatique graphique, lorsqu'elle était de plus en plus populaire et accessible à différentes disciplines, un des principes les plus importants était celui de connaître l'utilisateur [19]. Or, presque tout le développement informatique est réalisé sans tenir compte des besoins spécifiques des designers. Les designers sont alors obligés de jouer un rôle passif et d'adopter des solutions qui répondent à d'autres contextes.

Cela a pour résultat que les interfaces utilisées sont inappropriées au design. L'emphase n'est pas sur la création mais sur la réponse aux exigences des commandes [32]. Tous les avancements en termes d'interactivité et de visualisation 3D sont dilués par la complexité de ces commandes (paramètres, valeurs par défaut, attributs, etc.). De plus, on propose actuellement de nouveaux logiciels aux designers, mais l'interaction est encore réalisée avec la souris et le clavier. En outre, les exigences géométriques pour la proposition de la forme 3D dans ces logiciels sont prématurées pour la réalisation de certaines actions, surtout au début du processus. Étant donné que ces logiciels sont élaborés sur une géométrie euclidienne, plusieurs éléments de la visualisation (vues orthogonales et présentations en fil de fer) doivent être décodés, limitant la facilité de la compréhension de la forme proposée [10].

Par leur précision et la quantité de paramètres à contrôler, les solutions informatiques sont malgré tout bien adaptées pour la présentation grâce aux rendus photoréalistes et au traitement de la lumière et des matériaux. Elles sont également idéales pour la fabrication de prototypes finis, avec la réalisation de plans techniques et le contrôle numérique. Néanmoins, elles sont moins adap-

tées pour une exploration initiale de la solution de design qui serait libre et imprécise avec l'esquisse à main levée ou la maquette de travail.

#### **LA FORCE DE L'ARTISAN: LE TRAVAIL MANUEL**

Le designer possède un ensemble de compétences déjà acquises pour travailler l'objet tridimensionnel et l'espace. Comme l'artisan, il a déjà manipulé certains matériaux et, avec l'aide de ses mains et de la vision stéréoscopique, il peut saisir la forme correctement. Lors de sa formation et durant sa pratique, plusieurs techniques d'expression graphique s'ajoutent également à sa gamme d'outils pour esquisser les idées.

Dans l'ensemble, il s'agit d'un travail manuel où l'abstraction des images à l'écran est validée par des manipulations directes et des sensations haptiques dans un travail interactif psychomoteur. L'image visuelle devient plus forte lorsque les résultats d'une activité psychomotrice sont intégrés à ceux d'une observation visuelle [15]. La connexion de l'image mentale avec le fonctionnement psychomoteur produit une image physique : le dessin. Cela est possible grâce à un réseau fermé composé de la représentation graphique, la vue, l'image mentale et la main [25]. Selon Furness [15], le processus créatif est amélioré lorsque les trois processus (visuel, mental et psychomoteur) sont actifs.

L'interface crayon-papier et la construction de maquettes de travail sont plus directes et faciles que l'ordinateur pour un travail créatif. On dit souvent que les esquisses réalisées par ordinateur et la modélisation informatique sont plus lentes que l'imagination humaine. La créativité dépend de la vitesse et de la facilité d'utilisation du système [22].

Dans le monde manuel, contrairement au numérique, deux outils traditionnels sont très importants pour les activités de conception tôt dans le processus : le média graphique ou l'esquisse à main levée, et le média physique ou la maquette de travail.

#### **L'ESQUISSE**

Les caractéristiques générales des esquisses à main levée sont qu'elles sont abstraites, ambiguës et imprécises [18]. En utilisant des éléments abstraits, la spécification des détails peut être repoussée. L'abstraction est un processus de simplification de la réalité. L'ambiguïté, pour sa part, permet de maintenir plusieurs possibilités ouvertes pour la sélection ou l'identification ultérieure d'un élément. L'ambiguïté aide le designer à découvrir de nouvelles idées car elles peuvent souvent être mal interprétées et offrent une information incomplète [30]. L'imprécision permet alors de prolonger la prise de décision portant sur le positionnement et les dimensions exactes des éléments.

L'esquisse est un outil de visualisation et de simulation graphique rapide et intuitif qui n'a pas encore été remplacé. Goel [17] argumente que les représentations d'esquisses supportent la cognition du designer d'une manière plus efficace que les formes plus précises et finies. L'esquisse cherche l'exploration et la communication des idées géométriques tridimensionnelles. Aussi, il n'est pas nécessaire d'avoir une connaissance spatiale pour dessiner. On obtient facilement des changements et la précision n'est pas nécessaire à l'expression d'une idée [39].

Le dessin est un système de simulation graphique [26]. Il permet de représenter des idées à travers des objets graphiques. En manipulant ces objets, le designer va construire et détruire, placer et déplacer, reconstruire et déterminer les dimensions de l'objet. Cette simulation lui donne la possibilité de transformer son image mentale avant qu'elle ne soit construite. Au fur et à mesure que la recherche de l'objet approche sa finition, la connaissance du concepteur s'accroît en quantité et en précision. Les dessins vont se préciser pour définir toutes les parties de l'objet.

Par ailleurs, en comparaison avec les plans détaillés, l'esquisse contient la pensée et les délibérations du designer lors des premières étapes du processus [9]. Lockard [27] argumente que dessiner à main levée permet à notre cerveau de voir l'information, la comprendre et y répondre. En analysant les esquisses d'architectes, Schön [34] dit qu'ils sont une réflexion en action.

L'impossibilité de se sentir à l'intérieur de l'espace et de ne pouvoir éviter l'abstraction spatiale pour comprendre des formes et des relations complexes tridimensionnelles sont des problèmes liés au dessin dans la création des objets 3D [24]. Il existe aussi une tricherie inconsciente sur les proportions de l'objet, due à l'imprécision de la représentation, à l'irrespect de l'échelle humaine et à l'angle de vision de l'observateur.

#### LA MAQUETTE

Le modèle à échelle est un outil très efficace pour expérimenter les formes qui seront présentées en grandeur réelle. Il peut être construit à n'importe quelle échelle, même en vraie grandeur comme en design industriel, ce qui implique la possibilité d'un travail de conception direct sur la maquette. Cela signifie que la prise de décisions et la validation des formes, des détails et des textures de l'objet sont faites directement sur l'objet de design. Le fait de pouvoir toucher l'objet et sentir ses formes à travers des matériaux et techniques malléables permet d'améliorer cette démarche créative.

De plus, il s'agit d'une forme 3D qui est manipulée et étudiée dans le monde réel 3D, permettant ainsi de maîtriser la recherche formelle et les proportions sans l'intermédiaire des images à l'écran de l'ordinateur. Par ailleurs, étant malléable, la maquette permet

l'exploration libre des géométries avec ses ambiguïtés et ses imprécisions, tout comme avec l'esquisse, mais sans limitation prématurée des idées. La maquette assure aussi que certaines questions demeurent sans réponse, laissant encore une marge de flexibilité, en plus de donner un lieu visuel explicite pour les décisions à prendre ultérieurement.

D'une part, le toucher est très important dans la perception humaine. Il permet de comprendre véritablement une géométrie 3D. La perception haptique est utilisée en combinant des perceptions tactiles (peau) et kinesthésiques (muscles et articulations). Cette définition a été établie car pour palper et percevoir des objets réels grâce au toucher, les stimuli tactiles et kinesthésiques sont nécessaires [23]. Même en proposant une grande variété de méthodes interactives graphiques, très peu de techniques de modélisation basées sur l'ordinateur ont permis aux modeleurs de concevoir directement avec leur meilleure boîte à outils : les mains [8].

D'autre part, la vision prend évidemment beaucoup de place dans notre perception, et presque n'importe quelle tâche peut se réaliser à l'aide de la vision seulement. Cependant, utiliser intuitivement et naturellement un autre sens comme le toucher donnera un résultat plus intéressant [36]. Pour illustrer ceci, prenons l'importance de la coordination des yeux et des mains pour la réalisation d'une tâche comme la sculpture. La continuité visuelle d'un crayon numérique sur l'écran est dépassée par l'expression d'un modèle 3D avec une continuité visuelle et tactile, cette fois sans commandes, sinon avec le toucher.

Enfin, parmi les problèmes les plus importants des maquettes, on retrouve premièrement l'effet « Gulliver » [31] qui est ressenti lorsque l'échelle est trop petite et deuxièmement les problèmes liés aux changements de la forme et des proportions. Ces problèmes sont plus difficiles à gérer qu'avec l'esquisse.

#### LES TECHNIQUES PROPOSEES

Nous proposons l'usage des outils manuels traditionnels mariés aux avantages de l'ordinateur, et ce, en contournant les problèmes informatiques et en se concentrant ainsi sur l'usager et sur la tâche de création. L'idée est de sortir l'information de l'ordinateur lorsqu'il a atteint ses limites, pour la traiter à la main et avec les techniques acquises, et puis la réintégrer au système informatique pour profiter de ses avantages en termes de visualisation et de traitement de la forme.

Quelques recherches exploratoires portant sur l'intégration des deux modes (manuel et numérique) ont amorcée cette réflexion dans le cadre des ateliers de design [2][3][4][20][33]. Toutefois, il est primordial d'offrir des techniques d'intégration structurées qui vont soutenir cette exploration pour l'espace et la forme.

**La réalité virtuelle dessinée (pour l'espace)**

Pour bien comprendre ce qu'est vraiment la RV, nous devons de l'analyser du point de vue de l'expérience spécifique et non comme une collection de matériaux informatiques [35]. Le concept de présence est la clé pour définir la RV, qui est en fait la sensation d'être dans l'environnement. Cette présence est obtenue en grande partie à travers le contrôle du point de vue de l'utilisateur [40]. Le but de l'immersion est de placer l'utilisateur à l'intérieur d'un environnement 3D qui peut être manipulé directement, afin qu'il croie qu'il est en train d'interagir avec l'environnement 3D et non avec l'ordinateur. Pour y arriver, l'utilisateur utilise des équipements sophistiqués comme le visiocasque (*Head-mounted-display*) ou les environnements de projection comme la CAVE [7] ou le Panoscope [6], afin d'obtenir l'immersion visuelle totale permettant le mouvement et la manipulation directs dans les six axes. Or, avec la précision et le photo-réalisme des représentations par ordinateur, la RV actuelle ne peut pas être un outil d'idéation mais plutôt de présentation. Ces raisons expliquent d'ailleurs l'utilisation de l'esquisse lors de l'idéation.

Plusieurs efforts ont été réalisés pour intégrer la facilité de l'esquisse à la modélisation et à la RV non-immersive, avec l'écran de l'ordinateur [1][13][14][21][37]. Par contre, soit l'esquisse est utilisée comme un geste pour communiquer avec le logiciel, soit les dessins sont immédiatement transformés en formes précises et finies, négligeant l'essentiel de ce type de représentation, c'est-à-dire son caractère imprécis, ou encore, l'esquisse est proposée en 3D, flottant dans l'espace virtuel, mais avec la lourdeur d'un matériel trop complexe et d'un type de représentation difficile à maîtriser.

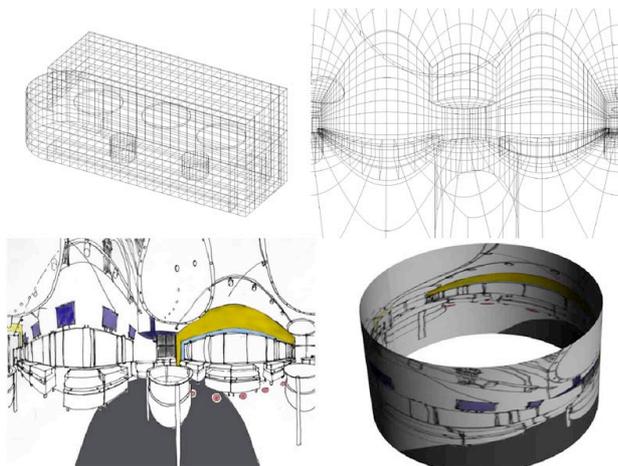


Figure 1 : Formes de base, gabarit panoramique cylindrique, gabarit esquissé et technique QTVR.

La Réalité virtuelle dessinée (RVD) est une nouvelle technique, proposée initialement comme non-immersive [11] et présentée comme solution aux systèmes actuels de RV et adaptée pour l'idéation dans le processus de design. Les avantages que sont l'intuition, l'abstraction,

l'imprécision et l'ambiguïté de l'esquisse sont mis à profit avec les avantages de la RV : visualisation en 3D et interaction directe en temps réel. La RVD utilise l'ordinateur pour générer un gabarit panoramique de type cylindrique à partir des formes de base et qui, une fois imprimé, sert de base graphique pour permettre au designer de dessiner à main levée (Figure 1). Une fois l'esquisse panoramique numérisée, la technique Quick-Time-VR (QTVR) [5] permet d'expérimenter la RV d'un environnement esquissé à la main. Dans cette version non-immersive, le gabarit panoramique est imprimé pour ne pas limiter le flou créatif du designer par les menus et les commandes des logiciels. Le designer utilise les compétences déjà acquises selon la technique voulue pour le dessin à la main.

Le Panoscope, qui utilise une vue panoramique de type sphérique autour de l'utilisateur pour générer l'immersion sans la complexité des visiocasques ou de la CAVE, se présente comme l'outil idéal pour explorer la RVD, cette fois de façon immersive (RVDi) en esquissant en temps réel, sans le décalage du passage du panorama à la perspective corrigée grâce au QTVR. Le dessin se fait alors directement dans l'immersion sur la base panoramique sphérique à partir des formes de base réalisées par l'ordinateur à l'aide d'une tablette et d'un stylo numériques (Figure 2). L'utilisateur se trouve alors à dessiner sur une vue panoramique sphérique mais à observer autour de lui l'espace représenté en temps réel (à mesure qu'il l'esquisse) sans déformation grâce au Panoscope.

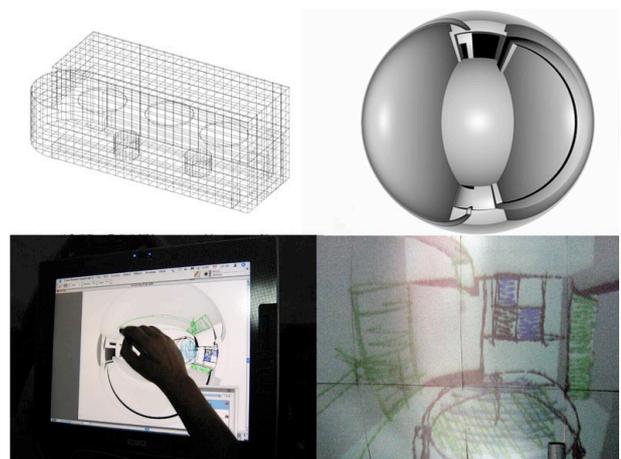
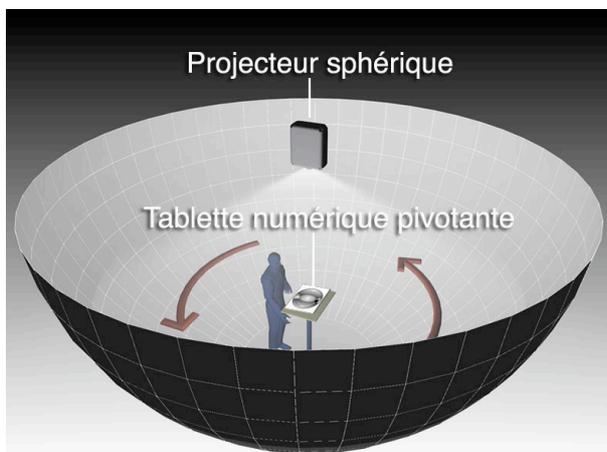


Figure 2 : Formes de base, gabarit panoramique sphérique, esquisse sur le gabarit avec la tablette numérique et vue perspective à l'intérieur du Panoscope.

Pour illustrer l'utilisation de la réalité virtuelle dessinée dans ses deux versions (RVD non-immersive et RVDi immersive), imaginons un designer d'intérieur qui doit concevoir un espace. À travers un logiciel de modélisation 3D (form•Z® ou Cinema 4D®), le designer construit les formes de base sans toutefois apporter trop de détails. Le but est de se servir de ces formes pour construire le gabarit panoramique qui est difficile à réaliser

sans l'ordinateur. Le rôle du gabarit est d'assister le designer afin de lui permettre de modéliser à la main en lui donnant un repère visuel pour les proportions des objets et de l'espace dans la déformation de l'image panoramique (comme les gabarits imprimés pour aider à la réalisation des vues axonométriques ou perspectives). Une fois le gabarit construit, le designer le place comme image de fond pour esquisser directement sur lui avec l'aide d'un logiciel de dessin comme Corel Painter® et d'une tablette numérique (Wacom – *Interactive Pen Display*). Le Panoscope affiche l'esquisse corrigée autour de l'utilisateur en même temps que celui-ci dessine l'espace. Afin de faciliter la visualisation de tout l'espace (360°), la tablette se trouve sur une table pivotante à l'intérieur du Panoscope (Figure 3).



**Figure 3** : Système de réalité virtuelle dessinée immersive : Panoscope avec tablette numérique pivotante.

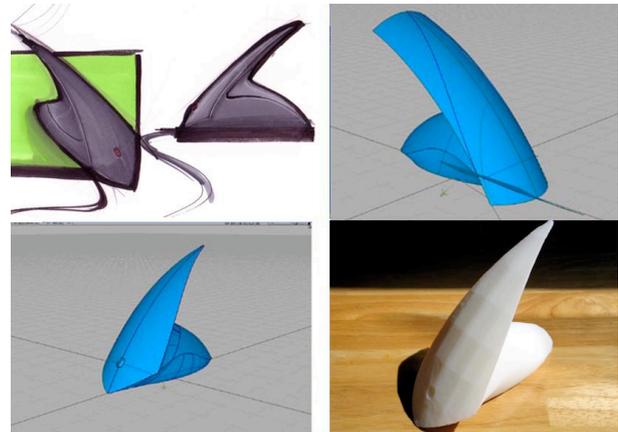
Une fois l'esquisse réalisée en immersion (RVDi), le designer peut l'imprimer pour la compléter davantage à la main à l'aide de techniques maîtrisées de rendu (feutre, par exemple). L'esquisse panoramique de type sphérique peut être convertie en esquisse de type cylindrique avec des logiciels comme CubicConverter®. Pour la visualiser, le designer la numérise, et une fois dans l'ordinateur, la technique QTVR permet la visualisation non-immersive (RVD).

#### La maquette hybride (pour la forme)

La maquette hybride consiste à travailler à l'aide des deux modes de représentation (manuel et numérique) en modifiant le modèle 3D à travers des procédés manuels (pâte à modeler, argile, etc.) et numériques (transformations affines, opérations booléennes, etc.). Il s'agit d'un cycle d'itérations aller-retour fréquentes et continues entre le virtuel et le réel, à travers la numérisation 3D et la technologie du prototypage rapide (PR), pour profiter des avantages des deux modes de représentation.

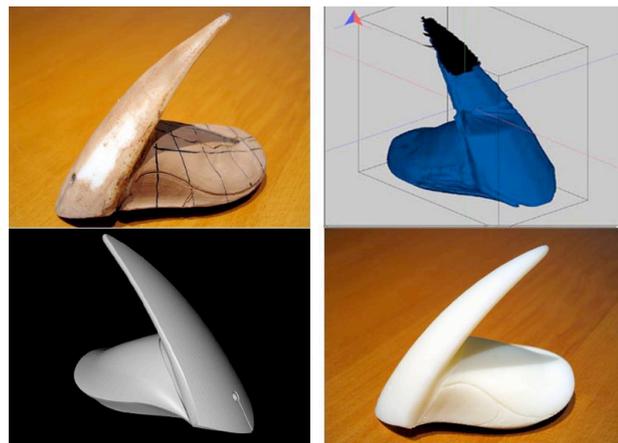
Pour illustrer l'approche intégrant la maquette hybride, considérons un designer industriel qui entreprend la modélisation formelle d'un artefact. Il pourrait débiter son

exploration en esquissant pour arriver à une première idée. Ce concept est modélisé en 3D, et dès lors le designer emploie des techniques propres au mode numérique pour appliquer des effets de symétrie bilatérale et effectuer des opérations booléennes telles que la soustractions ou l'addition de formes. Le retour au mode manuel se fait par l'entremise du prototypage rapide (Figure 4).



**Figure 4** : Esquisses, modélisation 3D et modèle en PR.

L'objet créé est relativement malléable et peut aisément être modifié, sculpté par soustraction (découpe, perçage, ponçage, etc.) ou addition de matière (glaise, carton, styromousse, etc.). La forme évolue de cette façon et reprend le chemin vers le mode numérique pour y être traitée par les outils qu'on y trouve (Figure 5). L'objectif de cette démarche est de profiter, de façon répétée, des avantages des modes numérique et manuel, en laissant au designer le choix de la méthode qu'il juge la plus appropriée pour une action particulière.



**Figure 5** : Modèle en PR modifié (argile), numérisation 3D, modification en 3D (forme et détails) et modèle en PR.

#### EXPERIENCES PRELIMINAIRES

Nous avons utilisé l'approche qualitative d'analyse du protocole [16] afin d'examiner et de documenter la démarche des utilisateurs. À travers des observations et des entretiens durant l'activité et à la fin de cette

entrevues durant l'activité et à la fin de cette dernière, nous avons recueilli les commentaires des usagers quant à l'appréciation et la satisfaction des deux techniques pour la réalisation de la tâche, sans toutefois faire une étude d'utilisabilité structurée. Pour la réalité virtuelle dessinée, la tâche consistait à concevoir un espace en représentant les matériaux, les meubles et les couleurs. Quinze groupes de deux étudiants en design d'intérieur (2<sup>e</sup> année) ont participé à cette expérience en combinant la technique RVD avec la version immersive RVDi. Pour la maquette hybride, deux designers finissants ont proposé le design de la forme d'une souris d'ordinateur en réalisant deux itérations entre le numérique et le manuel.

Plusieurs étudiants de design intérieur ont trouvé que la technique de RVD permet une expression plus personnelle que les rendus par ordinateur. De plus, il est possible d'obtenir de multiples perspectives à travers une seule vue panoramique (cylindrique ou sphérique). Même avec le crayon numérique, la RVD tire avantage des capacités d'esquisser déjà acquises (Figure 6). Cependant, au début de l'activité, quelques utilisateurs trouvent le dessin sur une vue panoramique ardu.



Figure 6 : Perspectives de la technique de RVD.

Pour la technique de la maquette hybride, deux designers ont développé des formes pour une souris; un partant avec l'esquisse et l'autre commençant avec une maquette en styromousse. D'une part, pour l'itération initiale, après avoir modélisé dans un logiciel 3D à partir des esquisses, le premier designer a trouvé cette étape prématurée, arrivant à un résultat presque fini. Cela est occasionné parce que quelques aspects de la géométrie ne sont pas assez déterminés dans l'esquisse pour alimenter le logiciel qui exige de la précision. Cet essai prématuré a été très évident dans le modèle produit en PR. D'autre part, malgré sa nature primitive, la maquette-ébauche en styromousse était une meilleure représentation de sa compréhension de la forme, de l'échelle et des proportions de l'objet. À la fin du processus, une fois que les formes ont été mieux définies et rapidement complétées à la main, les deux designers

à la main, les deux designers arrivaient à des géométries plus détaillées et riches (courbes avec 5 points de contrôle au lieu de 3 avec le logiciel Alias Studio®) plus difficiles à représenter avec le logiciel que celles des esquisses. Les modèles en PR ont été considérés comme des gabarits 3D pour permettre l'exploration manuelle. Dans le logiciel 3D, au lieu d'utiliser de vues orthogonales comme gabarits de fond pour la modélisation 3D, le modèle-ébauche numérisé a été considéré plus efficace (Figure 7). Néanmoins, le passage du mode physique au numérique était problématique, donnant comme résultat des géométries déformées et incomplètes (surfaces seulement). Cela est dû à la taille des objets (souris) et à la dégradation de la forme de la technique de numérisation 3D disponible (InSpeck). Par ailleurs, ce modèle-ébauche a été perçu comme étant abstrait, ambigu et imprécis, bonifiant ainsi la liberté dans la création de la forme.

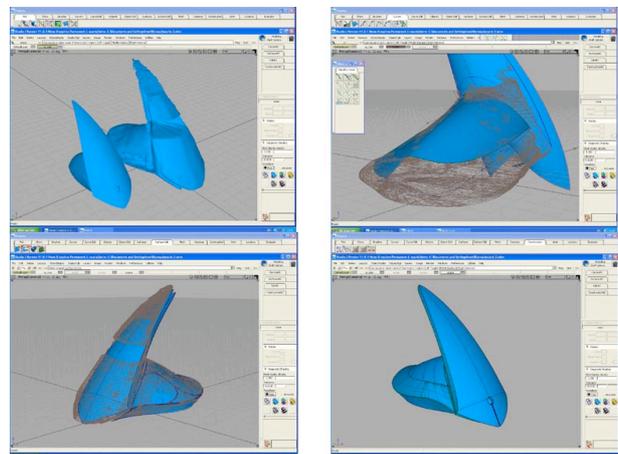


Figure 7 : Modèle-ébauche numérisé comme gabarit 3D pour la modélisation 3D au lieu d'images orthogonales.

## CONCLUSIONS ET TRAVAUX FUTURS

L'informatique est intégrée dans le processus de design, mais sans que l'on comprenne exactement où elle est vraiment efficace. D'une part, les modèles 3D et le PR entrent dans le processus grâce à l'utilisation des logiciels de modélisation pour valider les aspects fonctionnels et techniques (précision et vitesse), mais non pour des raisons de design. Ces techniques n'ont pas été créées pour supporter les tâches d'idéation ou de conceptualisation. D'autre part, ces techniques sont utilisées principalement lors des dernières étapes du processus et pour communiquer l'idée au client. De plus, malgré leurs avantages, les techniques traditionnelles comme l'esquisse sont amoindries ou mal intégrées au travail avec les nouvelles technologies. Le designer ne doit pas voir les deux démarches (numérique et manuelle) comme étant distinctes. De cette façon, les limitations de chaque approche sont amoindries : l'interface ou la complexité de la modélisation dans le cas du numérique et le temps de réalisation et les erreurs de dimensions dans le cas du manuel. Ainsi, la représentation 3D du projet est

menée par des critères de design et non par des critères de fabrication.

L'activité de conception est ainsi en train de se dissocier des outils porteurs du langage particulier du design. Il s'agit premièrement de revenir à la source, et tout comme l'artisan, de reprendre la maîtrise des outils et deuxièmement, il faut que le designer propose lui-même des solutions plutôt que d'utiliser celles qui sont proposées par le système.

Il faudrait arrêter de faire des solutions finies dès le début du processus. C'est une recherche de la forme et de l'espace qui est visée, comme celle de l'artisan qui réalise une sculpture ou un tableau suivant un ensemble d'étapes empiriques et successives d'amélioration, comme le *New Modeling* proposé par Weinand [38]. Valorisons la démarche artisanale améliorée à l'aide de l'ordinateur.

Les intentions devraient rester ambiguës jusqu'à ce que le designer soit prêt à passer à une nouvelle étape. Les outils et les techniques qui permettent de faire cela doivent être adaptés à la manière de faire des concepteurs. La frontière où le virtuel devient accessible pour explorer les concepts sans décrocher des idées et de la démarche créative doit être érigée.

L'information devrait être traitée par le designer lui-même, sans crainte d'imperfection. L'ordinateur ne doit donc pas être vu comme un instrument indispensable pour agir avec les concepts : une revalorisation de l'action manuelle et la maîtrise des autres outils est suggérée.

Dans la nouvelle approche de l'informatique en design, l'ordinateur doit bien s'intégrer aux outils de base traditionnels pour les améliorer. Il ne s'agit pas de simuler ces outils ou des les remplacer par un équivalent numérique. Il s'agit plutôt d'utiliser les avantages de l'ordinateur pour traiter l'information et rendre plus efficaces les outils traditionnels actuels (modèles de base et esquisses), parce que le travail manuel est important et facile au début de l'idéation. Le designer doit se concentrer sur son travail de création et l'outil doit être centré sur cette tâche et répondre aux exigences du designer, en plus d'être adapté aux compétences déjà acquises.

Comme travaux futurs, nous comptons étudier ce paradigme au niveau du processus de prise de décisions (processus de formulation d'hypothèses de design et de correction de ces hypothèses) et des aspects cognitifs du designer lors de l'idéation (perception visuelle, image mentale, charge mentale de travail et traitement des erreurs). Nous prévoyons également réaliser des tests d'utilisabilité approfondis.

## REMERCIEMENTS

Je remercie l'aide des personnes suivantes : Isabelle Auclair, Luc Courshesne, Philippe Lalande, Marc-André Landreville, Edgar Perez et Camille Moussette ainsi que les étudiants de l'École de design industriel de l'Université de Montréal.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Achten, H.; De Vries, B. and Jessurun, J. DDDOOLZ. A Virtual Reality Sketch Tool for Early Design. In *Proceedings of CAADRIA 2000*, Singapore, 2000, pp. 451-460.
2. Angulo, A. and Vásquez de Velasco, G. P. The Use of Three-dimensional Scanners and Plotters in Early Design Studios. In *Proceedings of SIGraDI 2003*, Rosario, 2003, pp. 108-110.
3. Bermúdez, J. and King, K. Media Interaction and Design Process: Establishing a Knowledge Base, In T. Seebohm, S. V. Wyk (eds.). *Digital Design Studios, Do Computers Make A Difference, ACADIA 1998*, Quebec, 1998, pp. 7-25.
4. Burry, M. Handcraft and Machine Metaphysics, dans *Computer in Design Studio Teaching*. In *Proceedings of eCAADe 1998*, Leuven, 1998, pp. 41-50.
5. Chen, S. E. QuickTime® VR – An Image-Based Approach to Virtual Environment Navigation. In *Proceedings of the 22nd annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, ACM Press, New York, 1995, pp. 29-38.
6. Courchesne, L. Panoscope 360. *Proceedings of SIGGRAPH'2000*, New Orleans, 2000. Site Web : <http://www.panoscope360.com/>
7. Cruz-Neira, C.; Sandin, D. and DeFanti, T. Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE. In *Proceedings of SIGGRAPH'93*, 1993, pp. 135-142.
8. Dachille, F. D.; Qin, H.; Kaufman, A. and El-Sana, J. Haptic Sculpting of Dynamic Surfaces. In *Proceedings of ACM Symposium on Interactive 3D Graphics*, Atlanta, 1999, pp. 103-227.
9. Dirk, D. and Holger, R. VRAD (Virtual Reality Aided Design) in the early phases of the architectural design process. In *Proceedings of CAAD Futures 95*, Singapore, 1995.
10. Dorta, T. and Lalande, P. The Impact of Virtual Reality on the Design Process. In T. Seebohm, and S. V. Wyk (eds.) *Digital Design Studios, Do Computers Make A Difference, ACADIA 1998*, Quebec, 1998, pp. 138-161.
11. Dorta, T. Drafted Virtual Reality : A New Paradigm to Design with Computers. In H. S. Lee, and J. W. Choi (eds.) *Proceedings of CAADRIA 2004*, Seoul, 2004, pp. 829-843.

12. Dorta, T. Hybrid Modeling : Manual and digital media in the first steps of the design process. In Duarte, J.; Ducla-Soares, G and Sampaio, Z. (eds.) *Digital Design : The Quest for New Paradigms eCAADe 2005*. Lisbon, 2005, pp. 819-827.
13. Do, E. Y. Sketch that Scene for Me: Creating Virtual Worlds by Freehand Drawing, In *Proceedings of eCAADe 2000*, Weimar, 2000, pp. 265-268.
14. Do, E. Y. VR Sketchpad. In *Proceedings of CAAD Futures 2001*.
15. Furness, T. Designing in Virtual Space. In W. Rouse, and K. Boff (eds.) *System Design: Behavioral Perspectives on Designers, Tools and Organization*, North-Holland, New York, 1987, pp. 127-143.
16. Gero, J. Research Methods for Design Science Research: Computational and Cognitive Approaches. In *Proceedings of ANZAScA*, Sydney, 1999.
17. Goel, V. *Sketches of Thought*. The MIT Press, Cambridge, 1994.
18. Gross, M. and Do, E. Ambiguous Intentions : A Paper-Like Interface for Creative Design. In *Proceedings of ACM Conference on User Interface Software Technology, UIST 96*, Seattle, 1996, pp. 183-192.
19. Hansen, W. J. User engineering principles for interactive systems, In *Proceedings of 1971 Fall Joint Computer Conference*, AFIPS Press, Montvale, 1971, pp. 523-532.
20. Herbert, D. M. Models, Scanners, Pencils, and CAD: Interactions Between Manual and Digital Media. In *Proceedings of Computing in Design – Enabling, Capturing and Sharing Ideas ACADIA 1995*, Washington, 1995, pp. 21-34.
21. Jung, T.; Gross, M. and Do, E. Space Pen: Annotation and Sketching on 3D Models on the Internet. In *Proceedings of CAAD Futures 2001*, Eindhoven, 2001, pp. 257-270.
22. Klercker, D. Architects early sketching on computer Multimedia. In *Proceedings of Multimedia and Architectural Disciplines, eCAADe 1995*, Palermo, 1995, pp. 247-256.
23. Kurze, M. Rendering Drawings for Interactive Haptic Perception. In *Proceedings of CHI 1997*, Atlanta, 1997, pp. 423-430.
24. Lansdown, J. Visualizing Design Ideas. In L. MacDonald, and J. Vince (eds.) *Interacting with Virtual Environments*, Wiley, Toronto, 1994, pp. 61-77.
25. Laseau, P. *Graphic Thinking for Architects and Designers*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1980.
26. Lebahar, J. C. *Le dessin d'architecte*. Éditions Parenthèses, Roquevaire, 1983.
27. Lockard, W. *Design Drawing Experience*. Pepper Publishing, Tucson, 1973.
28. McCullough, M. *Abstracting Craft : The Practiced Digital Hand*. The MIT Press, Cambridge, 1996.
29. Norman, D. *The Invisible Computer*. The MIT Press, Cambridge, 1998.
30. Park, H. Digital and Manual Media in Design. In *Proceedings of eCAADe 1996*, Lund, 1996, pp. 325-334.
31. Porter, T. *How Architects Visualize*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1979.
32. Raskin, J. *The Humane Interface : new directions to design interactive systems*. Addison Wesley, Boston, 2000.
33. Schnabel, M.; Kuan, S. and Li, W. 3D Transformations: 3D Scanning, Digital Modeling, Rapid Prototyping and Physical Depiction. In H. S. Lee, and J. W. Choi (eds.) *Proceedings of CAADRIA 2004*, Seoul, 2004, pp. 227-237.
34. Schön, D. *The Design Studio*. RIBA Publications, Londres, 1985.
35. Steuer, J. Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. In Biocca, F. and Levy, M. (eds.) *The Communication in the age of Virtual reality*. Lawrence erlbaum associates Hillsdale, New Jersey, 1995, pp. 33-55.
36. Tan, H. Z. *Haptic Interfaces*. Communications of the ACM, Vol. 4, No. 43, 2000, pp. 40-41.
37. Tolba, O.; Dorsey, J. and McMillan, L. A Projective Drawing System. In *Proceedings of Symposium on Interactive 3D Graphics, I3D '2001*, New York, 2001, pp. 25-34.
38. Weinand, Y. *New Modeling*. Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2004.
39. Zeleznik, R.; Herndon, K. and Hugues, J. SKETCH: An Interface for Sketching 3D Scenes. In *Proceedings of ACM Computer Graphics, Annual Conference*, 1996.
40. Zeltzer, D. Autonomy, interaction and presence. *Presence : Teleoperators and Virtual Environments*, MIT Press, Vol.1, No.1, Massachusetts, 1992, pp. 127-132.