

**Comment vérifier la faisabilité d'une opération de maintenance sur un moteur d'avion, valider l'ergonomie d'un poste de conduite automobile, ou encore répéter les gestes d'une opération médicale avant l'intervention sur le patient ? Eh bien grâce aux techniques de réalité virtuelle !**

# Le numérique au doigt et à l'œil...

## De quoi est faite la réalité ?

Grâce aux démonstrations régulières dans les salons professionnels comme le Micad, les industriels sont depuis plusieurs années habitués aux techniques de réalité virtuelle (RV pour plus de commodité de langage). La réalité virtuelle repose sur la combinaison de trois aspects qualifiant le monde réel : l'immersion sensorielle du sujet dans l'environnement proposé, l'interactivité avec celui-ci et le temps réel des événements qui s'y déroulent. L'immersion s'appuie donc sur des dispositifs visuels, sonores et tactiles selon les degrés de réalisme que l'on souhaite atteindre : projection échelle 1 sur écran stéréoscopique unique ou de type Cave, c'est-à-dire 4 ou 5 écrans positionnés perpendiculairement comme les faces d'un cube entourant l'utilisateur, sur écran hémisphérique, casque de visualisation stéréoscopique, équipements haptiques, détecteurs de mouvements, data gloves (gants équipés de capteurs et d'actionneurs permettant de reproduire la sensation de toucher), etc. Grâce à ces dispositifs l'utilisateur peut s'immerger dans un environnement numérique et interagir

avec lui. Cette interaction, par exemple l'ouverture d'une porte, la saisie d'un objet et son déplacement dans l'espace, entraîne un calcul temps réel des images et des éventuels retours d'effort donnant ainsi l'illusion de la réalité.

Pour connaître l'avancée des projets nous nous sommes rendus au CEA-LIST (Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies) à Fontenay aux Roses, et plus particulièrement dans le service Robotique et Systèmes Interactifs qui dispose d'une plate-forme d'immersion virtuelle équipée d'une interface à retour d'effort.

Avec 450 chercheurs, ingénieurs et techniciens, le LIST mène ses recherches en partenariat avec les grands acteurs industriels du nucléaire, de l'automobile, de l'aéronautique, de la défense et du médical pour étudier et développer des solutions innovantes adaptées à leurs besoins. Rodolphe Gélén, responsable du service Robotique et Systèmes Interactifs insiste sur le fait que le département R&D Technologie réalise des travaux de recherche dans le but d'applications industrielles directes. Environ

2/3 de son chiffre d'affaires provient des industriels commanditaires de travaux, et de financements liés aux projets européens. Les développements peuvent également donner lieu à la création d'une start-up comme ce fut le cas dans le domaine de la RV avec Haption. Cette PME issue de la R&D du CEA autour de la plate-forme phare développe et commercialise le bras à retour d'effort Virtuose.



Le service Robotique et Systèmes Interactifs du CEA-LIST travaille depuis une dizaine d'années au développement d'outils de RV. (Doc. CEA-LIST)

## Forte attente des industriels

La plate-forme « Phare » du CEA de Fontenay-aux-Roses est un dispositif d'immersion en réalité virtuelle utilisant deux grands écrans de projection perpendiculaires (mur et sol), des capteurs de position de l'utilisateur, une interface à retour d'effort Virtuoso 6D et des lunettes de vision stéréoscopique. L'ensemble permet de manipuler des objets virtuels en trois dimensions en ayant la sensation de toucher. Cette installation a été initiée en février 2001 dans le cadre du projet Perf-RV. Ce dernier, qui a duré trois ans, a été soutenu par le ministère de la Recherche et par celui de l'Industrie. Copiloté par l'INRIA et le CEA, Perf-RV a également été soutenu par le CNRS et des partenaires industriels tels que PSA, Renault, Dassault Aviations, ou encore EADS. Il visait à développer des outils de prototypage virtuel afin de diminuer le nombre d'essais sur des prototypes physiques. L'idée maîtresse était de permettre de

« toucher » une maquette numérique en combinant CAO et réalité virtuelle. « Cette technologie peut également démontrer à une phase précoce du projet, l'intérêt d'un nouveau produit ou procédé, et d'identifier précisément les souhaits et besoins des utilisateurs finaux » explique Rodolphe Gelin. Par rapport à d'autres systèmes virtuels, la plate-forme Phare permet de faire tourner des modèles complexes en temps réel, les deux ne sont pas toujours réunis. Et cela, grâce au logiciel de calcul de retour d'effort et de simulation en temps réel. Le rôle du List dans ce projet a porté sur la conception de l'interface

haptique, bras de manipulation plus logiciel. « La difficulté réside dans le traitement de l'enveloppe précise des objets numériques de la scène. C'est la condition pour rendre une sensation de toucher en temps réel par un retour d'effort sur les axes du bras de manipulation. Cela nécessite le traitement temps de géométries à plusieurs millions d'éléments ! Aujourd'hui nous souhaitons aller plus loin et simuler par exemple des objets déformables comme des tôles, des câbles, des interactions solide liquide. Cela demandera plusieurs années certainement vu la complexité des modélisations » détaille Rodolphe Gelin.



PSA Peugeot Citroën utilise un « Cave » de réalité virtuelle pour vérifier la visibilité depuis le poste de conduite, l'accessibilité aux organes de commande ou encore l'impression de sécurité des passagers. (Doc. PSA)

Aujourd'hui, une douzaine de simulations ont été réalisées par le CEA. Comme cette portière de voiture pour Renault. Le constructeur a pu simuler le placement d'un moteur de vitre électrique et vérifier la faisabilité de la manœuvre. En effet, lors de l'étape d'industrialisation du montage des pièces, il arrive que le geste demandé aux employés soit non ergonomique, voire impossible à réaliser ! Aussi, faire des simulations en amont permet d'étudier, dès le bureau d'études, les mouvements nécessaires à l'assemblage. Notons également une application qui semble triviale, mais qui techniquement ne l'est pas, l'insertion

d'un clip sur un tube métallique avec simulation grâce au bras Phantom du phénomène élastique de clipsage.

La médecine est également sur les rangs. L'INRIA a développé à partir d'imagerie médicale un système capable de simuler une intervention chirurgicale à l'aide d'un dispositif haptique. Un scalpel monté sur un bras à retour d'efforts permet au médecin de ressentir une réaction proche de la réalité lorsqu'il touche ou pénètre un tissu humain.

Dassault Systèmes planche également sur le sujet puisqu'il s'est entendu avec Haption, le fabricant de bras à retour de forces et Fakespaces Labs, un constructeur de cube immersifs de visualisation, afin d'interfacer les géométries issues de Catia V5.

Prochaine application envisagée de la RV par le List, la rééducation d'handicapés ou d'accidentés. Rodolphe Gelin précise : « Nous avons déjà validé le concept avec le bras à retour d'efforts Virtuoso.

Nous travaillons sur l'élaboration d'un modèle plus adapté permettant de faire travailler la motricité d'un bras ou d'une jambe humaine avec une sensation d'exercices physiques réalistes. Mais nous sommes encore plus ambitieux et pensons que nous arriverons à l'avenir à modéliser virtuellement le corps humain dans son ensemble. C'est d'ailleurs l'objet du projet Perf RVII qui va démarrer très bientôt. Grâce à cela il sera possible par exemple de valider l'ergonomie de postes de travail complexes à l'aide plusieurs mannequins virtuels travaillant ensemble ! La maîtrise de l'aspect temps réel de la

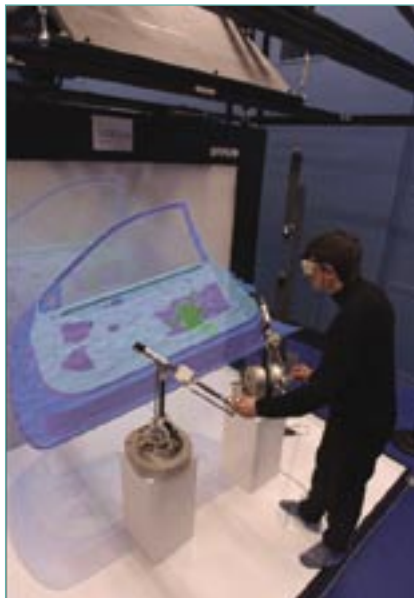
*réalité virtuelle offre un potentiel élevé de progrès industriels notamment en terme de réduction des délais et de simplification des processus. Car il sera possible de simuler, de manière très réaliste et très en amont des cycles de fabrication, des actions sophistiquées, voire de demander au système lui-même de trouver la meilleure solution opératoire ! »*

## Quelles applications industrielles ?

Selon SGI, l'un des principaux fournisseurs de calculateur haute performance pour la RV, il existe environ 750 Reality Center à travers la planète. Beaucoup d'entre eux sont employés dans le domaine de la géologie par les sociétés de forage pétrolier. Ils permettent en effet la visualisation en 3D d'un grand nombre de données en provenance de sources très hétérogènes (forage, étude sismologiques, géométrie de puits de forage...). Ce qui permet de mieux apprécier les sites, leurs difficultés et d'optimiser les forages. Avec à la clé de substantielles économies de temps et d'argent dans un secteur où les enjeux économiques sont énormes.

Les applications de réalité virtuelle dans le secteur de l'industrie manufacturière sont encore assez rares. Elles touchent notamment les constructeurs automobiles et aéronautiques avec des solutions autour de maquettes numériques 3D, pour la revue de projets et la simulation d'opérations de montage/démontage. Pour la conception et la réalisation du Falcon 7X et de l'Airbus A380, Dassault Aviation et EADS ont fait appel à cette technique plusieurs années avant la mise en production pour simuler notamment des opérations de maintenance en tenant compte des contacts interpièces.

L'automobile n'est pas en reste bien au contraire, et le Technocentre de Renault à Guyancourt intègre une équipe de 30 personnes au sein du



Applications au CEA-LIST de système de visualisation stéréo et d'un bras à retour d'effort pour valider le montage d'un moteur de lève-glace dans une portière automobile. (Doc. CEA-LIST)

CTS (Centre Technique de Simulation) travaillant sur le sujet. Elles ont en charge de nombreuses applications venant appuyer les projets de nouveaux véhicules : revues de projets de l'architecture véhicule, simulation de poste de conduite, pour valider l'ergonomie, la visibilité ou encore l'efficacité de l'éclairage sur route. Pierre Ehanno qui travaille sur les applications de RV chez le constructeur automobile : « selon les besoins, nous utilisons des projections à l'échelle 1, des systèmes de type Cave, un casque doté d'écrans à cristaux liquides, tous pouvant afficher un mode stéréoscopique. Nous avons d'ailleurs développé plusieurs outils autour de la RV avec par exemple P2V (présentation virtuelle de véhicule). Ce logiciel permet de récupérer les données géométriques des logiciels de CAO et les restituer sur les solutions immersives à disposition. Dans le cadre d'une revue de maquette, l'utilisateur peut ainsi tourner autour de la voiture, ouvrir les portes, s'installer au

volant, actionner le levier de vitesse, les sièges, la boîte à gants, etc. Il lui est également possible de changer en temps réel la couleur de la carrosserie ou de la sellerie des sièges et d'avoir le résultat en temps réel. »

PSA Peugeot Citroën utilise de son côté plusieurs salles de réalité virtuelle dans son nouveau centre de design à Vélizy. Environ 500 m<sup>2</sup> sont consacrés à la RV. Peugeot, Jean Lorisson, responsable RV : « Evidemment face aux 6000 stations de travail consacrées à la CAO et au calcul chez PSA, la dizaine de machines réservées à la RV semble de peu de poids... Mais cette technologie offre un fort potentiel d'applications se situant entre la simulation numérique et les prototypes physiques. Son utilisation dans les phases d'étude produits et process apporte des économies substantielles en terme de délais et de coût. Nous avons investi 8 millions d'euros dans ce domaine depuis notre première expérience en la matière en 1999. Il s'agissait d'un démonstrateur virtuel de la Xsara Picasso pour nos 60 succursales points de vente pilotes. Les acheteurs potentiels pouvaient chausser un casque RV et tourner autour du modèle, se mettre au volant du véhicule, modifier les couleurs, les options de sellerie, régler le volant... comme s'ils l'avaient devant les yeux. Ce projet fut un déclencheur technique en interne. Nous avons alors imaginé les apports de cet outil pour les phases amonts de la vente : la conception et la production.

Au sein de notre département, dans le centre de design, il existe 12 écrans de projection de RV (à échelle 1) utilisés pour les études de styles et les prises de décisions finales. Nous sommes également équipés d'un système Cave 5 faces qui permet de vérifier avec une bonne précision la visibilité depuis le poste de conduite, l'accessibilité aux organes de commande



ou encore l'impression de sécurité des passagers. Ces équipements sont employés de manière systématique la première année de développement d'un nouveau projet principalement pour vérifier les hypothèses d'architecture intérieure. La RV offre également de nombreux atouts pour la simulation de process : vérifier par exemple la visibilité de l'opérateur pendant ses opérations de montage. Pour aller plus loin et par exemple tester l'ergonomie des postes de travail de manière efficace, il manque encore des interfaces à retour d'effort suffisamment performantes. Du côté de la conception produits en mode immersif, nous nous dirigeons vers des installations de type Cave dotées d'in-



Haption est une PME issue de la R&D du CEA qui développe et commercialise le bras à retour d'effort Virtuose.

terfaces multi-modales. L'opérateur pourra utiliser ses mains à travers des manipulateurs à retour d'efforts, mais également la voix et pourquoi pas le regard avec des détecteurs de positions des pupilles ».

Un son de cloche similaire sur les limitations technologiques pour Pierre Ehanno de Renault : « les outils haptiques et de RV manquent de maturité sur le plan applicatif pour être employés industriellement au quotidien par les bureaux d'études en phase d'étude. Ils devront à l'avenir être intégrés aux logiciels de CAO avec une interface type desktop et puis permettre de traiter des environnements aux dimensions différentes, mixant par exemple des petites et de grandes pièces, comme des usines ». C'est d'ailleurs l'objet du projet Rivage financé par Renault, PSA, Dassault Aviation et piloté par CEA-List. Trois ans et 300 K€ sont prévus pour aboutir d'ici février 2008 à une solution de montage/démontage dans Catia V5. Cette solution sera vendue par Haption sous le nom de i-Fitting for Catia. Elle permettra de tester, de façon virtuelle, le montage et le démontage de pièces rigides ou flexibles, de systèmes polyarticulés et pourra prendre en compte l'outillage et les opérateurs de montage. Rivage apparaît comme un « atelier » de Catia (associé à DMU Fitting Simulateur 2) et de Delmia (associé à DPM Assembly). ▣

# Navigation intuitive pour 120 applications

## SpaceTraveler™ Maintenant disponible pour tous

Le Contrôleur de mouvements hautes performances et compact: Utilisez le Space Traveler™ pour bouger, zoomer et tourner vos modèles 3D; et simultanément éditez vos modèles avec la souris. Profitez de la puissance de vos deux mains, maintenant à un prix très réduit.



6 degrés de liberté de mouvements



Pour plus d'information, contactez:  
sales@3dconnexion.com or 01 69 59 26 90