



Ressentir la pointe d'un objet qui n'existe pas. Façonner en 3D une sculpture imaginaire. Pénétrer dans un écran pour y frapper des balles fictives... Les chercheurs de l'Inria ont gommé les frontières entre le réel et le virtuel. Voyage au cœur d'un monde parallèle

Emmanuelle Chantepie

IL FAIT NOIR et on n'en croit pas ses yeux. Ce cube rouge, là, devant nous, qui flotte dans l'air. Irréel. Puis, un drôle d'anneau glissé à l'index, on se prend à toucher une à une toutes ses faces, à glisser dessus... Le mirage résiste à la pression. Du bout du doigt, on tâte maintenant l'angle vif du cube. Ça pique ! Pour se persuader encore, on laisse courir son index sur les arêtes du polyèdre... Ce cube est virtuel, et pourtant il existe. La preuve ? On peut le toucher. Gagné par le vertige, on finit par accepter l'impossible.

Le retour à la réalité est un peu brutal. Sabine Coquillard rallume. Debout dans une petite pièce encombrée, elle commente la scène, presque indifférente : « Nous essayons de simuler la réalité mais l'enjeu, ici, est d'inter-agir en temps réel avec le virtuel. » Joignant le geste à la parole, la directrice de recherches à l'Inria (Institut national de recherche en informatique et en automatique) de Grenoble lève le rideau sur les arcanes de ce monde parallèle : deux grands écrans, disposés comme un livre ouvert, composent le « plan de travail virtuel ». Des lunettes stéréoscopiques à cristaux liquides permettent la vision en relief. Un capteur fixé dessus enregistre les mouvements de la tête de l'utilisateur. Et deux projecteurs vidéo haute résolution font défiler les images à près de 96 images/seconde, contre 24 seulement pour le cinéma.

Mais c'est au fond de la pièce, dissimulé derrière une porte, que l'on découvre le grand ordinateur de cette réalité virtuelle : l'Onyx 3. Un supercalculateur à douze processeurs et trois canaux graphiques. Tout est branché sur lui, capteurs et images, projecteurs et lunettes. Cette « matrice » gérée de logiciels surpuissants peut digérer des gigaoctets d'informations en une fraction de seconde, « pour faire coïncider le virtuel et le réel dans le même espace-temps », explique Sabine Coquillard.

De retour devant l'écran, on aurait presque oublié « l'anneau magique ». Celui qui vous fait toucher du doigt l'improbable. Cette drôle de virole bicolore avec un ongle de guitariste se balance dans le vide au bout de simples fils à pêche. « C'est un Spider ! », lance la scientifique avant de



Dans la salle « Cyber », Jean-Marc Hasenfratz s'est dédoublé. A l'écran, son clone numérique calculé en temps réel réagit au doigt et à l'œil. Reportage photos Eric Dessons/JDD



Ci-dessus : l'index glissé dans « l'anneau magique », Sabine Coquillard tâte l'angle vif du cube virtuel... et ça pique ! A droite : doux, rugueux ou velouté ? Ce gant high-tech, équipé de fibres optiques, de capteurs et de vibreurs, doit permettre de ressentir la texture d'un objet virtuel.



## A Grenoble, entrez dans la matrice

décrire fièrement toute la machinerie qui l'accompagne. L'anneau anodin est en effet savamment relié par un entrelacs de fils de nylon à huit petits moteurs fixés sur quatre étais de chanter. Un système bricolé mais incroyablement complexe, entièrement connecté à la « matrice » pour permettre l'indispensable « retour d'effort » qui simule la sensation de contact entre le vrai (le doigt) et le faux (le cube).

Mais cette impression de toucher l'immatériel, de caresser l'imaginaire, d'où vient-elle ? Si surprenant que cela puisse paraître, la suggestion par l'image influence la perception tactile. Sabine Coquillard reconnaît d'ailleurs qu'il est difficile de réduire toute la complexité de la réalité à des algorithmes. Que la puissance de calcul des ordinateurs n'est pas toujours à la hauteur. « Alors, confie-t-elle, on est parfois obligé de chercher des compromis. » En l'occurrence, des subterfuges pour tromper les sens. « Nous travaillons effectivement avec des chercheurs en sciences de la psychologie et de la neurocogni-

tion », précise l'informaticienne. Pour mettre au point des illusions sensorielles ? « Oui, en quelque sorte. » L'affaire, finalement, tient aussi du tour de prestidigitation. On éteint à nouveau la lumière. Avec l'« anneau enchanté » au doigt, on se laisse cette fois entraîner dans une simulation de turbine d'air. Une sorte de grosse soufflerie où l'on visualise des courants d'air virtuels. Effet saisissant : c'est comme si l'on passait sa main à la fenêtre d'une voiture lancée à pleine vitesse sur l'autoroute.

Changement de décor. Quelques couleurs plus loin, l'inscription sur la porte annonce : « Reality Center - Salle d'immersion ». Plongé dans la pénombre d'une salle de cinéma, on s'assied face à un écran semi-cylindrique de 30 m<sup>2</sup>, muni de lunettes stéréoscopiques avec capteur. Une motte d'argile surgit juste devant notre nez. A la main, une « space mouse » nous permet de sculpter au doigt et à l'œil. Cette souris d'ordinateur simule les déplacements non seulement sur le plan

horizontal et vertical, mais aussi en profondeur. La pâte à modeler virtuelle prend corps. On ajoute ici de la matière, on en enlève un peu ailleurs. Jean-Dominique Gascuel, chercheur au CNRS, explique comment, sur le même principe, il a développé un simulateur pour la chirurgie dentaire. « Ce dispositif couplé avec un bras à retour d'effort, pour simuler le contact, permet aux étudiants de fraiser une dent et de soigner une carie virtuelle. On est d'ailleurs en train d'ajouter le bruit de la roulette, pour faire encore plus vrai. »

Toujours installé dans la salle immersive, on plonge maintenant à l'intérieur du corps humain, au cœur même des cellules pulmonaires. Impressionnant ! La balade dans un paysage numérisé l'est un peu moins. L'image est réaliste, mais pas crédible. Trop de calculs en temps réel pour qu'on se y croie. Jean-Dominique Gascuel tient à préciser : « Au cinéma ou dans les jeux vidéo, on peut prendre tout son temps, parfois des heures, pour calculer une seule image. Pour nous, c'est

impossible. Il faut que la réalité virtuelle se plie instantanément au geste de l'utilisateur qui voudra la modifier. »

L'œil du spécialiste pointe aussi la difficulté à reproduire certains aspects de la réalité, comme la fluidité des vêtements. « Regardez, dans le film *Matrix*, la cape du héros numérisé ne bouge même pas ! » Alors, allez faire croire au vent dans les arbres, à la lumière de la flamme qui s'élève dans l'air, voire à l'humanité d'un geste ou d'une démarche... « Si on veut s'approcher de la réalité, il faut rajouter des fonctions aléatoires à nos algorithmes », explique docement l'apprenti démiurge. Mais malgré une bonne dose de « bruits de Perlin », le nom de ces fonctions aléatoires, la réalité virtuelle reste encore un trompe-l'œil.

Le cadre intime du bureau de Sylvain Paris tranche définitivement avec les vastes horizons de la salle immersive. Ce jeune doctorant en informatique graphique, petite main du monde virtuel, a décidé de s'attaquer à la simulation des chevelures. Un défi qui



Le site de l'Inria, à Grenoble.

lui impose de couper les cheveux en quatre. « Si les personnages des jeux vidéo ou des films ont souvent les cheveux courts ou au carré, c'est parce qu'ils sont extrêmement difficiles à modéliser », explique-t-il. Ainsi, Enki Bilal, dans son film *Immortel*, a choisi de raser la tête de son héroïne. La totalité du budget dont il disposait serait effectivement passée dans la simple composition de chevelures de synthèse.

Sylvain Paris a donc décidé de travailler sur les reflets, ces jeux d'ombre et de lumière qui donnent du mouvement et de la vie. Pour arriver à ses fins, le chercheur a réuni un véritable bric-à-brac : balai-brosse et tringle pour y fixer un spot halogène ; trépiés portant des « miroirs sphériques » — en fait des boules de pétanque, « mais sans rainures », insiste-t-il —, une caméra numérique à haute résolution et une chaise. Tour à tour, les gentils cobayes, des chercheurs de l'Inria, vont venir s'y asseoir pour prêter leurs chevelures variées aux jeux de lumière de Sylvain Paris. Enregistrés, les reflets des uns et des autres vont être ensuite analysés et recalculés, pixel par pixel. L'écran de l'ordinateur de bureau du jeune graphiste est allumé. Résultat ? Ça le fait, Modeste, Sylvain Paris précise qu'il faut au moins 50.000 cheveux pour être crédible.

Direction maintenant la « salle Cyber ». Un vrai studio de télévision avec projecteurs de cinéma et caméras numériques. Ici on saute à pieds joints dans l'écran, et c'est encore mieux que Mary Poppins dans ses images à la craie. Sur le plateau, Jean-Marc Hasenfratz, maître de conférences à l'université de Grenoble, va se dédoubler... Dissimulée derrière l'écran, une « grappe » d'ordinateurs mouline des millions de données. Soudain, à l'image, apparaît un avatar tout vert de notre chercheur. « C'est notre Hulk », dit-il en rigolant. Puis l'image s'affine. Textures, couleurs... Voilà que Hulk ressemble maintenant à l'original et qu'il bouge comme lui. Mais les contours du clone numérique bavent encore un peu. « Contrairement à ce que l'on peut croire, la recherche dans le domaine de la réalité virtuelle n'en est qu'à ses débuts. Quatre, cinq ans seulement », précise le chercheur. Bruno Raffin, informaticien à l'Inria, confirme : « Pour entrer de plain-pied dans une autre dimension, il nous faudra toujours plus de puissance de calcul, plus de caméras, plus de pixels... » Impatient, ce jeune scientifique finit de mettre au point un écran qui « possède la résolution de l'œil humain ». « C'est une des conditions pour un effet d'immersion totale », dit-il.

En attendant, Eric, un cobaye volontaire, a pris la place de Jean-Marc Hasenfratz au milieu du studio télé. Une raquette à la main, il fait jouer son double à la balle, en temps réel et avec ses propres gestes. Les balles virtuelles rebondissent avec succès dans la raquette du clone. La partie finie, l'expérimentateur, avant de partir, donne par inadvertance un coup de pied sur une croix rouge qui taquine le bout des baskets de son image. « Aïe, fallait pas toucher ! », crie Jean-Marc Hasenfratz. Pschitt... L'avatar explose en millions de particules virtuelles. L'écran est maintenant tout noir. Le charme est rompu.

La semaine prochaine : Les sous-sols du Muséum national d'histoire naturelle